



**Titre:** Analyse de l'implantation d'outils de Lean Construction au chantier  
Title: AP60 Phase 1

**Auteur:** Alexandre Merle  
Author:

**Date:** 2012

**Type:** Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

**Référence:** Merle, A. (2012). Analyse de l'implantation d'outils de Lean Construction au chantier AP60 Phase 1 [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal].  
Citation: PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/974/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**  
Open Access document in PolyPublie

**URL de PolyPublie:** <https://publications.polymtl.ca/974/>  
PolyPublie URL:

**Directeurs de recherche:** Mario Bourgault  
Advisors:

**Programme:** Génie industriel  
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ANALYSE DE L'IMPLANTATION D'OUTILS DE LEAN CONSTRUCTION  
AU CHANTIER AP60 PHASE 1

ALEXANDRE MERLE

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES  
(GÉNIE INDUSTRIEL)

DÉCEMBRE 2012

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ANALYSE DE L'IMPLANTATION D'OUTILS DE LEAN CONSTRUCTION  
AU CHANTIER AP60 PHASE 1

présenté par : MERLE Alexandre

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. PELLERIN Robert, ing., Ph. D., président

M. BOURGAULT Mario, ing., Ph. D., membre et directeur de recherche

M. FICARA Pasquale, Ph. D., membre

## REMERCIEMENTS

Je remercie l'ensemble des personnes du projet AP60 pour leur accueil et leur sympathie.

Je remercie particulièrement M. Michel Charron et M. Pasquale Ficara, respectivement Directeur du Projet AP60 et Directeur Ingénierie et Construction du Projet AP60, pour m'avoir ouvert les portes de leur projet, pour leur intérêt dans le mandat qu'ils m'ont confié et pour la confiance qu'ils ont placée en moi.

Je remercie Mario Bourgault, mon Directeur de recherche à l'École Polytechnique de Montréal, pour son accompagnement et tout l'intérêt qu'il a placé dans mon projet de recherche.

Je remercie Mme Ingrid Ladouceur, Responsable Amélioration Continue Opération, pour m'avoir fait bénéficier de son expérience et de son réseau professionnel au sein du groupe BI de RTA.

Je remercie M. Earle Chin, qui m'accompagné durant toute la durée de mon stage au Projet AP60 durant l'été 2011 et m'a fait bénéficier de son expérience et de son expertise.

Je remercie M. Stéphane Bélec et M. Trevor Bouk, respectivement Directeur VPO pour SLH et Responsable VPO pour RTA, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon mandat ainsi que toute l'équipe VPO.

Je remercie M. Martin Cartier et M. Michel Bouchard, respectivement Directeur de la Construction et Surintendant secteur Électrolyse, pour m'avoir ouvert les portes du chantier.

Je remercie M. Robert Pellerin, Président du jury, pour ses judicieux commentaires qui ont permis d'améliorer ce mémoire.

Et je remercie toutes les personnes avec qui j'ai travaillé pendant mon stage, toutes les personnes qui m'ont ouvert les portes de leur bureau et ont accepté de me faire part de leurs expériences.



## RÉSUMÉ

Les entreprises travaillant dans le secteur de la construction commencent à s'intéresser de plus en plus fortement aux méthodes qui ont permis au secteur manufacturier d'augmenter ses performances de production.

Cette recherche s'intéresse au cas du Projet AP60, projet de construction d'une aluminerie au Québec. Rio Tinto Alcan (RTA), le maître d'œuvre et client du projet, a choisi d'explorer l'introduction de la culture *Lean* sur le chantier de construction de sa future usine. Depuis 2008, RTA a déjà développé cette culture dans ses installations industrielles et l'entreprise a pu en observer les bénéfices.

Dans le cadre d'une recherche-intervention, le chercheur a intégré l'équipe du maître d'œuvre de construction. Pleinement intégré aux équipes sur le terrain, d'abord au sein du bureau de projet puis rapidement au chantier à plein temps, il a agi en tant qu'agent de changement pour la mise en place d'outils *Lean* en construction. Grâce à cette présence sur le terrain, à des entretiens et à l'utilisation d'un questionnaire destiné à recueillir les réactions des parties prenantes, le chercheur a analysé le déploiement d'outils *Lean Construction* sur un chantier de grande envergure. Ce mode de fonctionnement a permis au chercheur d'établir des recommandations quant à l'introduction de la culture *Lean* dans un nouveau projet de construction.

Ce mémoire apporte une vision inédite et interne du processus d'introduction de la culture *Lean* sur un chantier de construction et du cheminement des parties prenantes à travers ce changement. Il met en évidence les gains obtenus par l'introduction d'une culture d'élimination des gaspillages et l'utilisation d'outils issus de cette culture. Enfin il met l'accent sur l'importance du travail à mettre en œuvre pour parvenir à ces gains, travail de chacun et principalement de la hiérarchie à tous ses niveaux.

## **ABSTRACT**

Construction companies are increasingly interested in the methods which allowed manufacturing industries to increase their production performances.

This master thesis focuses on AP60 Project, the construction of an aluminum smelter in Quebec. Rio Tinto Alcan (RTA), the master of work and owner of the project, chose to explore the usage of the Lean culture in the construction effort of its future plant. Since 2008, RTA applies said culture in its production facilities and gains were consistently observed.

In the context of an intervention-research, the researcher joined the owner's team. Fully integrated with the project teams, firstly at the office, then on site on a permanent basis, he acted as an agent of change for the implementation of Lean tools. The researcher analyzed the deployment of Lean Construction's tools on site by means of a questionnaire designed to gather feedback from stakeholders, interviews with stakeholders as well as his presence on site. This *modus operandi* enabled the researcher to make recommendations regarding the introduction of Lean culture in a future construction project.

This master thesis provides an internal and innovative vision of the process of introducing Lean culture on a construction site, coaching and tracking stakeholders through change. It highlights the gains obtained by the introduction of a waste eliminating culture and the adaptation of tools from classical Lean culture. Finally, it emphasizes the magnitude of the required work in order to achieve these gains, both at the individual and management levels.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	iii
RÉSUMÉ.....	iv
ABSTRACT .....	v
TABLE DES MATIÈRES .....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES FIGURES.....	xiii
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	xv
LISTE DES ANNEXES.....	xvii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE.....	4
1.1 La philosophie <i>Lean</i> : Définition, origine, application .....	4
1.1.1 Finalité de la philosophie <i>Lean</i> : élimination du gaspillage.....	5
1.1.2 Principes et méthodes de la philosophie <i>Lean</i> .....	7
1.1.3 Implantation du <i>Lean Production</i> .....	12
1.2 Concept du <i>Lean Construction</i> .....	17
1.2.1 Origine et définition .....	17
1.2.2 Particularités de l'industrie de la construction .....	19
1.2.3 Principales caractéristiques du concept de <i>Lean Construction</i> .....	20
1.2.4 Mise en place de la philosophie <i>Lean Construction</i> .....	24
1.2.5 Données sur des cas d'implantation .....	26
1.3 Outils .....	27
1.3.1 « <i>Last Planner</i> » .....	27
1.3.2 Centre d'Information.....	29

1.3.3	Lean Project Delivery System (LPDS) .....	30
1.3.4	Propreté bon ordre et 5S .....	32
1.3.5	Résolution de problèmes .....	33
1.3.6	Building Information Modeling (BIM) .....	34
1.3.7	Cartographie de la chaîne de valeur .....	34
1.3.8	Bonnes pratiques liées aux outils et à la philosophie <i>Lean</i> .....	35
1.4	Concept et mesure du succès d'un projet .....	37
1.4.1	Perception du succès d'un projet .....	37
1.4.2	Organisation des critères de mesure .....	38
1.4.3	Indicateurs de mesure au sein d'un projet .....	40
1.5	Conclusion .....	44
CHAPITRE 2 CONTEXTE DE LA RECHERCHE .....		45
2.1	Rio Tinto Alcan .....	45
2.2	Le Projet AP60 .....	46
2.2.1	Le projet en chiffres .....	47
2.2.2	Déroulement .....	48
2.2.3	Technologie .....	49
2.2.4	Culture et valeurs .....	49
2.2.5	Le cadre IAGC .....	50
2.2.6	Fonctionnement du Projet AP60 .....	53
2.3	Déploiement de la culture <i>Lean</i> sur le chantier du Projet AP60 .....	57
2.3.1	Contexte de l'implantation de la philosophie <i>Lean</i> au chantier AP60 .....	58
2.3.2	Objectif du déploiement <i>Lean</i> .....	59
2.3.3	Plan d'action .....	62

2.3.4	Parties prenantes de la recherche .....	64
2.3.5	Chronologie de l'implantation <i>Lean</i> .....	67
2.4	Conclusion.....	75
CHAPITRE 3 OBJECTIFS ET MÉTHODE DE RECHERCHE .....		76
3.1	Objectifs de la recherche .....	76
3.1.1	Objectifs spécifiques .....	77
3.2	Démarche de recherche .....	77
3.3	Une étude menée sous la forme d'une recherche-intervention .....	79
3.3.1	Définition de la recherche-intervention.....	79
3.3.2	Choix de la recherche-intervention .....	80
3.3.3	Formes de recherche-intervention .....	81
3.3.4	Positionnement de l'intervenant-chercheur.....	84
3.4	Validité des résultats de la recherche-intervention .....	85
3.4.1	Hypothèse dans la recherche-intervention .....	85
3.4.2	Validité des résultats dans un contexte de recherche-intervention .....	86
3.4.3	Influence du terrain sur la recherche objective .....	88
3.4.4	Risque de dérive de la recherche vers un travail de consultation.....	89
3.5	Les avantages de l'utilisation de la recherche-intervention .....	90
3.6	Cueillette de données .....	91
3.6.1	Apprentissages de la littérature scientifique et revue de littérature .....	91
3.6.2	Relevé de situation personnelle et impression du facilitateur .....	92
3.6.3	Avis des experts techniques .....	92
3.6.4	Point de vue de visiteurs externes .....	92
3.6.5	Données provenant des parties prenantes (enquête) .....	93

3.7 Conclusion.....	97
CHAPITRE 4 ANALYSE DE L'IMPLANTATION .....	98
4.1 Analyse du processus de déploiement.....	98
4.1.1 Analyse systémique du changement .....	98
4.1.2 Gestion du changement .....	101
4.2 Analyse qualitative des parties prenantes.....	106
4.2.1 Implication et engagement des parties prenantes .....	107
4.2.2 Niveau d'utilisation des Centres d'Information .....	108
4.2.3 Rôle du facilitateur .....	111
4.3 Outils .....	112
4.3.1 Organisation et construction du réseau des Centres d'Information .....	112
4.3.2 Niveau d'utilisation des Centres d'Information .....	115
4.3.3 Transferts horizontaux et système « Pull » (flux tiré).....	117
4.3.4 Construction des ICP.....	118
4.3.5 Autres initiatives <i>Lean</i> déployées .....	122
4.4 Analyse quantitative des parties prenantes.....	129
4.4.1 Comparaison entre attentes et craintes .....	129
4.4.2 Analyse des objectifs.....	130
4.4.3 Analyse des attentes .....	130
4.4.4 Analyse des craintes .....	136
4.4.5 Analyse des forces freinantes et facilitantes .....	144
4.4.6 Analyse des méthodes de déploiement.....	150
4.5 Conclusion.....	154
CHAPITRE 5 DISCUSSION ET VISION .....	155

5.1 Contributions.....	155
5.1.1 Contributions théoriques .....	155
5.1.2 Contributions pratiques .....	156
5.2 Limites.....	157
5.2.1 Méthodologie de recherche .....	157
5.2.2 Le contexte et l'environnement.....	157
5.2.3 Les règles choisies.....	158
5.3 Avenues de recherche.....	160
5.3.1 Nouvelle approche de recherche .....	160
5.3.2 Nouvelle structure de déploiement de Centres d'Information .....	160
5.3.3 Repenser la structure de projet .....	165
5.3.4 Réflexion globale depuis le sommet sur les ICP .....	167
5.3.5 Introduction de la philosophie <i>Lean Construction</i> au-delà de la firme d'ingénierie.....	167
5.3.6 Rendre systématiques les bonnes pratiques mises en évidence sur le Projet AP60.....	169
CONCLUSION .....	171
BIBLIOGRAPHIE .....	172
ANNEXES .....	178

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Trois types d'activité dans une production manufacturière .....	6
Tableau 1.2: Éléments du compromis Transformation-Flux-Valeur (traduit de Koskela (2000)).	21
Tableau 1.3: Éléments constituant le Lean Construction (traduit de Eriksson (2010, p. 400)) .....	25
Tableau 2.1: Éléments de choix d'un contrat IAGC ou IAC .....	52
Tableau 2.2: Lecture du projet suivant les différentes phases.....	54
Tableau 3.1: Comparaison de la recherche-intervention et de la recherche-action.....	83
Tableau 4.1: Clarté et cohérence perçues des objectifs des CI, comparaison par groupe.....	130
Tableau 4.2: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, comparaison deux à deux des items de réponse .....	132
Tableau 4.3: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, comparaison par groupe....	132
Tableau 4.4: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, concordance entre les réponses des trois groupes.....	135
Tableau 4.5: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, comparaison deux à deux des items de réponse .....	137
Tableau 4.6: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, comparaison par groupe.....	138
Tableau 4.7: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, concordance entre les réponses des trois groupes .....	141
Tableau 4.8: Groupes des trois items où il y a le moins de crainte et où il y a le plus de crainte	142
Tableau 4.9: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, comparaison deux à deux des items de réponse.....	146
Tableau 4.10: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, comparaison par groupe .....	147
Tableau 4.11: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, concordance entre les réponses des trois groupes .....	148



Tableau 4.12: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, comparaison deux à deux des items de réponse .....	151
Tableau 4.13: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, comparaison par groupe .....	151
Tableau 4.14: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, concordance entre les réponses des trois groupes .....	153

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 - Représentation de la philosophie <i>Lean</i> sous forme de temple (adapté de Rio Tinto Alcan (2010)).....	11
Figure 1.2 - Plan de déploiement du <i>Lean Construction</i> proposé par le Lean Enterprise Institute (2012).....	15
Figure 1.3 - Comparaison des ratios Production/Gaspillage entre l'industrie et la construction ...	18
Figure 1.4 - Différentes étapes de planification à l'intérieur de l'outil « Last Planner » .....	28
Figure 1.5 - Boucle de rétroaction exposée par Fernandez (2003) .....	30
Figure 1.6 - Structure du <i>Lean Project Delivery System</i> (tiré de Ballard et Howell (2003b)) .....	31
Figure 1.7 - Représentation de la TPPSP (tiré de Liker (2004)) .....	33
Figure 1.8 - Critères de succès de projet selon Shenhar & Dvir (1997) (traduit et adapté) .....	38
Figure 1.9 - Critères de succès de projet selon Atkinson (1999) (traduit et adapté) .....	39
Figure 1.10 - Critères de succès de projet selon Lim et Mohamed (1999) (traduit et adapté) .....	39
Figure 1.11 - Synthèse des grands critères de succès d'un projet de construction (traduit et adapté de Chan (2004)).....	40
Figure 1.12 - Définition de la zone de contrôle d'un processus par une équipe.....	42
Figure 1.13 - Sept groupes d'ICP définis par le <i>KPI Working Group</i> (2000) (traduit et adapté)...	42
Figure 1.14 - Phase de projet selon le <i>KPI Working Group</i> (2000) (traduit et adapté).....	43
Figure 1.15 - Diagramme d'Ishikawa .....	43
Figure 2.1 - Vue aérienne du chantier de construction AP60 le 20/05/2012 (source RTA) .....	46
Figure 2.2 - Étapes majeures du Projet AP60 .....	48
Figure 2.3 - Phases successives du projet de construction .....	53
Figure 2.4 - Représentation des dimensions du projet potentiellement concernées par l'introduction du Lean Construction (inspiré de <i>KPI Working Group</i> (2000)).....	56
Figure 2.5 - Organisation matricielle de gestion du projet.....	57

Figure 2.6 - Contexte du déploiement des Centres d'Information.....	59
Figure 2.7 - Mise en place d'un flux tiré entre différentes phases du projet .....	59
Figure 2.8 - Cycle de Deming .....	62
Figure 2.9 - Structure des Centres d'Information au Projet AP60.....	63
Figure 2.10 - Plan d'action du déploiement de la philosophie <i>Lean</i> et des Centres d'Information	64
Figure 2.11 - Exemple de tableau de bord mis en place pour l'équipe ingénierie (source RTA)...	69
Figure 2.12 - Extrait du rapport de stage effectué au sein du Projet AP60 durant l'été 2011 (Merle, 2011, p. 30).....	72
Figure 3.1 - Démarche utilisée pour la recherche-intervention.....	78
Figure 3.2 - Exemple de questions tirées du questionnaire.....	94
Figure 4.1 - Illustration de l'approche systémique (adaptée de Rio Tinto Alcan (2010)).....	99
Figure 4.2 - Cheminement du déploiement du point de vue systémique .....	101
Figure 4.3 – Cartographie générique d'un changement.....	102
Figure 4.4 - Courbe présentant le processus de changement chez les personnes.....	104
Figure 4.5 - Évolution de l'état d'esprit au cours d'une implantation .....	106
Figure 4.6 - Organisation matricielle du projet présentant les différents Centres d'Information.	113
Figure 4.7 - Attentes et craintes des parties prenantes du déploiement .....	129
Figure 5.1 - Schéma possible d'intégration des Centres d'Information dans une organisation matricielle.....	162
Figure 5.2 - Format possible d'un Centre d'Information par secteur - Section des ICP .....	163
Figure 5.3 - Format possible d'un Centre d'Information par secteur – Autres sections .....	163

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AP	Aluminum Pechiney
BIM	Building Information Modeling (Outil issu des technologies de l'information pour la conception et exécution des projets de construction)
CI	Centre d'Information
CSST	Commission de la Santé Sécurité au Travail (institution québécoise)
FIPEC	Outil de gestion du changement : Fournisseur, Intrant, Processus, Extrant, Client
HOP	Hand Over Package : lot de transfert de VPO vers Opération
HSEQ	Health, Safety, Environment, Quality (Santé, Sécurité, Environnement, Qualité)
IAG (EPC)	Ingénierie, Approvisionnement et Construction (Engineering, Procurement and Construction)
IAGC (EPCM)	Ingénierie, Approvisionnement et Gestion de la Construction (Engineering, Procurement and Construction Management)
ICP	Indicateur Clés de Performance
KPI	Key Performance Indicator (traduction anglaise de ICP)
LAI	Lean Advancement Initiative
LEI	Lean Enterprise Institute
LPDS	<i>Lean Project Delivery System</i> (Système de livraison des projets <i>Lean</i> )
MES	Mise en Service
PCMO	Programme Cadre de prévention du Maître d'Œuvre
RM	Lot de Réception Mécanique pour le transfert de Construction vers VPO
RTA	Rio Tinto Alcan
SLH	Consortium SNC-Lavalin – Hatch

SSE	Santé, Sécurité, Environnement
TPPSP	Toyota Practical Problem Solving Process (Processus pratique de résolution de problème de Toyota)
VPO	Vérification Pré-Opérationnelle
K-W	Test statistique non-paramétrique de Kruskal-Wallis
M-W	Test statistique non-paramétrique de Mann-Whitney

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A - HISTOIRE ET ORIGINE DU LEAN .....	178
ANNEXE B - APPLICATION DES 5 PRINCIPES GUIDE .....	179
ANNEXE C - DÉFINITION DU STAGE (ÉTÉ 2011) AU PROJET AP60 .....	180
ANNEXE D - DÉFINITION DE LA MISSION SUR LE PROJET AP60 .....	181
ANNEXE E - PRÉSENTATION DE LA STRATÉGIE LEAN.....	183
ANNEXE F - ÉVOLUTION DES PERFORMANCES SSE DANS LES CONSTRUCTIONS DES NOUVELLES INSTALLATIONS RTA AU SAGUENAY-LAC SAINT JEAN.....	185
ANNEXE G - QUESTIONNAIRE DE RECUEIL D'IMPRESSIONS.....	186
ANNEXE H - RÉSULTAT DU TEST DE WILCOXON .....	189
ANNEXE I - RÉSULTAT DU TEST DE KRUSKAL-WALLIS ET MANN-WHITNEY .....	190
ANNEXE J - RÉSULTAT DU TEST DE KENDALL.....	191
ANNEXE K - INTERACTION DES PARTIES PRENANTES .....	192
ANNEXE L - PROCESSUS DE MISE EN PLACE DES CENTRES D'INFORMATION.....	194
ANNEXE M - LISTE DES ICP DÉVELOPPÉS AU PROJET AP60.....	195
ANNEXE N - VISUEL DU CENTRE D'INFORMATION SSE.....	197
ANNEXE O - VISUEL DU CENTRE D'INFORMATION TRANSFERT CONSTRUCTION- VPO.....	198
ANNEXE P - VISUEL DU CENTRE D'INFORMATION VPO .....	199
ANNEXE Q - VISUEL DU CENTRE D'INFORMATION NIVEAU 0 .....	200
ANNEXE R - LISTE DES ICP UTILISÉS DANS LE CI NIVEAU 0 .....	201
ANNEXE S - FIPEC DE CONSTRUCTION DU CI VPO .....	203
ANNEXE T - CALENDRIER MAÎTRE UTILISÉ SUR LE CENTRE D'INFORMATION N0 .....	204
ANNEXE U - EXEMPLE D'ICP CUMULATIF .....	205

ANNEXE V - ÉVOLUTION DE L'ICP : SUIVI DU TRANSFERT DES RM.....	206
ANNEXE W - EXEMPLE D'ICP PROACTIF ET RELATIF UTILISÉ DANS LE CI SSE ....	208
ANNEXE X - MODÈLE DE CONDUITE D'UN ATELIER D'AMÉLIORATION DES PROCÉDÉS .....	210
ANNEXE Y - EXEMPLE D'UTILISATION DU «LAST PLANNER» EN 2011 .....	213
ANNEXE Z - GESTION VISUELLE DU PROCESSUS DE SIGNATURE .....	214

## INTRODUCTION

Le contexte croissant de mondialisation accroît de manière permanente la pression à l'amélioration des performances sur les entreprises. Cette pression, qui a commencé dans le secteur manufacturier, atteint aujourd'hui tous les secteurs économiques. La philosophie *Lean* est l'une des réponses que le secteur automobile a trouvées à partir des méthodes de travail du constructeur japonais Toyota.

Depuis plusieurs années, la philosophie *Lean*, qui s'est d'abord développée dans le secteur de l'automobile puis dans celui de la production manufacturière, commence à s'intégrer au secteur de la construction.

Lors de la crise financière de 2008, dans un contexte de faible demande en aluminium, Rio Tinto Alcan (RTA) a décidé de dédier une partie de ses ressources alors libres au déploiement de la philosophie de travail *Lean* dans ses installations industrielles. Les résultats observés au bout de trois années montrent des gains substantiels en termes d'efficacité opérationnelle.

Consciente des gains possibles dans le cadre de l'utilisation de la philosophie *Lean* et ayant découvert l'adaptation de cette philosophie au secteur de la construction sous le concept de *Lean Construction*, RTA a décidé de l'expérimenter dans l'un de ses projets de construction, celui d'une nouvelle installation dans laquelle elle assure elle-même la maîtrise d'œuvre.

Souhaitant explorer cette nouvelle culture de travail sans engager de changement organisationnel dans le mode de gestion de projet, l'expérimentation du *Lean Construction* a été introduite sous la forme d'initiatives isolées puis d'un projet de recherche avec l'affectation d'une ressource dédiée sur le site de construction.

L'objectif général de cette recherche est de démontrer la possibilité d'intégrer la philosophie *Lean* dans un projet industriel majeur. Cette étude va, plus spécifiquement, s'intéresser à documenter et analyser l'implantation du *Lean Construction* dans une organisation temporaire multiple, à vérifier l'adaptabilité des outils *Lean* au secteur de la construction, à analyser le comportement des acteurs dans ce processus et à évaluer le potentiel de déploiement du *Lean Construction* dans des projets similaires.



Suivant les principes de recherche-intervention, l'auteur de ce mémoire s'est intégré à l'équipe du Projet AP60 pour réaliser le déploiement de la philosophie *Lean* sur le site de construction d'un projet industriel majeur, la construction de l'Aluminerie Arvida – Centre Technologique AP60 de Rio Tinto Alcan.

La réalisation de cette étude trouve son originalité dans le choix de placer le chercheur au cœur de la vie quotidienne d'un chantier de construction, des défis et de la passion qu'il génère. Plus spécifiquement, elle a pour objectif principal de démontrer, suivant une vision de terrain, la compatibilité de la culture *Lean* avec le secteur de construction dans les conditions d'un projet industriel majeur.

Ce mémoire se développe selon cinq chapitres respectant la structure traditionnelle d'un travail de recherche. Le Chapitre 1 présente une revue de la littérature scientifique traitant de la philosophie *Lean*, du concept de *Lean Construction* et des outils qui en sont issus. Cette revue de littérature détaille la philosophie *Lean* selon ses définitions, son origine et ses applications. Elle met ensuite en valeur le concept de *Lean Construction* en explicitant sa définition et les particularités qui le différencient de la philosophie *Lean* classique. Elle présente finalement les différents outils issus de la philosophie *Lean* et du concept de *Lean Construction* étudiés dans cette recherche.

Le Chapitre 2 développe le contexte de recherche dans lequel ce mémoire a été rédigé. Ce chapitre donne un aperçu du projet de construction servant d'objet d'étude, il présente le cadre de déploiement de la philosophie *Lean* et les différentes parties prenantes de cette étude.

Le Chapitre 3 exposera les objectifs et la méthodologie de recherche. Suite à la présentation des objectifs, cette partie s'attachera à justifier et expliquer le choix de la recherche-intervention comme méthodologie de recherche pour cette étude. Finalement, ce chapitre détaille les méthodes de recueil d'informations et l'organisation des différentes étapes de recherche.

Le chapitre 4 contient les observations effectuées par le chercheur ainsi que les résultats de recherche. Les résultats de recherche analysent le déploiement de la philosophie *Lean* tant au niveau de la succession des événements, depuis le début du projet jusqu'à la conclusion de celui-ci, qu'au niveau des caractéristiques propres à l'organisation.

Dans le Chapitre 5, le chercheur propose une discussion autour de ses résultats de recherche. Il détaille la contribution de sa recherche à la littérature scientifique tout en observant les limites de

son travail. La fin de ce chapitre est l'occasion pour l'auteur de développer de nouvelles pistes de recherche et de nouveaux schémas d'organisation issus de la réalisation de ce mémoire et nécessitant un travail d'étude.

## CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre présente les connaissances développées par la littérature scientifique autour de la philosophie *Lean*<sup>1</sup> et traite de leur adaptation au secteur de la construction.

Pour donner au lecteur une image claire de l'état de connaissances sur cette philosophie d'organisation du travail et présenter les concepts clés permettant de comprendre cette étude sur l'implantation du *Lean Construction*, ce chapitre débutera par une présentation de la philosophie *Lean*.

Il s'attachera ensuite à mettre en lumière le concept de *Lean Construction*, et les différences par rapport à la philosophie *Lean*. Seront ensuite présentés les outils issus de la philosophie *Lean* étudiés dans ce mémoire.

### 1.1 La philosophie *Lean* : Définition, origine, application

La philosophie *Lean* est une culture de travail qui vise, avec un investissement matériel et financier minimum, à éliminer les dysfonctionnements qui obèrent la création de valeur et à améliorer les performances de l'entreprise. Elle est issue de la philosophie de travail développée au sein de l'entreprise japonaise Toyota au lendemain de la Seconde Guerre mondiale par Eiji Toyoda et Taiichi Ohno dans le but de répondre à l'explosion de la demande en produits manufacturés.

Originellement, cette culture de travail était connue sous le nom de *Toyota Production System* (TPS). On retrouve son nom actuel, *Lean Production*, dans une publication de Krafcik (1988). Cette publication suit le lancement du l'*International Motor Vehicle Program* (IMVP) au MIT en 1979 et le partenariat de travail entre les constructeurs automobiles Toyota et General Motors amorcé en 1983 (Holweg, 2007). Ces deux événements vont être à l'origine de la diffusion de la méthode de travail TPS maintenant appelée *Lean Production* et de la culture *Lean* qui y est associée dans l'industrie automobile occidentale (Drucker, 1971; Krafcik, 1988; Salem et al.,

---

<sup>1</sup> Il existe une traduction française aux mots *Lean* et *Lean Production* : maigre et production allégée. Ces traductions étant très peu utilisées dans la littérature scientifique ou dans le milieu professionnel, ce mémoire de recherche utilisera les termes anglais *Lean* et *Lean Production* couramment employés en langue française et compris de tous .

2006). Les méthodes de travail développées par Toyota constituent aujourd'hui, et depuis plus de trente ans, la référence pour les constructeurs automobiles occidentaux.

Le point central de la philosophie *Lean* consiste à éliminer le gaspillage dans le processus de production de la valeur. L'élimination des activités à non-valeur ajoutée permet de se rapprocher des désirs du client du processus. Le client peut être interne ou externe à l'organisation. Pour y parvenir, la philosophie *Lean* assure une synthèse de toutes les bonnes pratiques industrielles (Wang, 2010). C'est en visitant une usine Ford au États-Unis en 1911 que Eiji Toyoda reprit à son compte certaines de ces idées (travail à la chaîne, l'arrivée du travail sur le poste de l'ouvrier et non l'inverse,...) qu'il améliora et adapta pour les utiliser ensuite dans son entreprise.

L'amélioration continue et la recherche de réduction des gaspillages ne sont pas nées avec Eiji Toyoda : elles sont héritières de l'histoire industrielle. L'histoire de la recherche des performances industrielles, dont les grandes dates sont visibles à l'ANNEXE A, commence dans les arsenaux pour répondre aux besoins des armées. Elle se poursuit avec la révolution industrielle qui voit l'arrivée de l'organisation scientifique du travail de Frederick Taylor et de la chaîne de fabrication d'Henri Ford. C'est après la Seconde Guerre mondiale, marquée par l'explosion de la demande, que se développent les méthodes de travail Toyota. On observe depuis une diffusion et une évolution constante des connaissances dans ce domaine.

### **1.1.1 Finalité de la philosophie *Lean* : élimination du gaspillage**

L'élimination du gaspillage se situe à la base de la philosophie *Lean*. Le concept de gaspillage, tel qu'il est entendu dans le cadre de cette philosophie de travail, est considéré par rapport à la création de valeur ajoutée dans le processus de production. Ce mode de pensée, définissant les gaspillages à partir du processus de la création de valeur au cours d'une activité de production, est développé par Eiji Toyoda et Taiichi Ohno (Forbes & Ahmed, 2009).

Pour augmenter la création de valeur avec un nombre de ressources équivalent, Toyota et Ohno développent le concept des « 3M » dans le TPS (Liker, 2004). Les « 3M » constituent des pistes d'amélioration pour l'organisation :

1. Muri : Terme japonais signifiant le surplus de production venant d'un standard (différent du simple excès de production intégré au Muda) ; il entraîne un dépassement des ressources habituelles de l'organisation.
2. Mura : Terme japonais signifiant l'irrégularité des flux. Cette irrégularité de flux est souvent à l'origine de gaspillage (Muda) destiné à compenser ces variations.
3. Muda : Terme japonais signifiant gaspillage .Partant de cette réflexion, Monden (1998) identifie à son tour trois types d'activités sur la base de l'ajout de valeur dans le processus de production. Ces trois types d'activités sont présentés dans le Tableau 1-1 suivant les définitions de Hines et Rich (1997).

Tableau 1.1 : Trois types d'activité dans une production manufacturière

Type d'activité		Définition selon Hines et Rich (1997)
Valeur ajoutée		Activité qui modifie la matière d'œuvre, qui crée de la valeur, qui convertit de la matière en produit semi-fini en utilisant des ressources.
Non-valeur ajoutée	Pur gaspillage	Le pur gaspillage cible des actions non nécessaires qui devraient être complètement éliminées (représente les 7 gaspillages identifiés par la philosophie <i>Lean</i> – voir page 8)
	Gaspillage nécessaire	Activités qui peuvent être du gaspillage, mais qui sont nécessaires pour effectuer les opérations. Ce sont des activités nécessaires, mais sans valeur ajoutée.

Dans leur globalité, les activités à non valeur ajoutée viennent « de complexités générées par l'organisation du travail et résultent principalement de problèmes d'interface et

d'interdépendance ainsi que de la recherche d'optima locaux ». La quantification de l'impact des activités à non valeur ajoutée sur la production a permis d'établir que « 80% des délais, 50% des coûts et 25% des pertes de capacité sont le fait d'activités sans valeur ajoutée », elle ne rentre pas dans le cadre des besoins du client (Pellerin, 2012).

C'est à partir de cette définition des gaspillages que 7 types génériques ont été identifiés pour servir de base dans le cadre d'activités manufacturières (Womack et al., 1990) :

- Transport : par exemple, déplacement de la matière d'œuvre entre deux postes distants qui pourraient être côte-à-côte.
- Attente : par exemple, équipement utilisé en deçà de sa capacité de travail car en attente de la matière d'œuvre ou en attente d'une machine
- Sur-production : par exemple, production excessive par rapport à la demande (interne ou externe)
- Retouche : par exemple, problème de qualité sur les produits réalisés qui oblige à réparer ou reprendre une partie du processus de réalisation
- Mouvement : par exemple, déplacement de l'opérateur
- Sur-qualité : par exemple, qualité excessive par rapport au besoin du client
- Inventaire : par exemple, stockage de matière d'œuvre (matière première, produit semi-fini ou produit fini) qui représente une valeur immobilisée source de perte de valeur pour l'entreprise

Le travail de Womack et al. (1990) montre que la mise en place du *Lean* production permet de consommer moitié moins de ressources qu'avec l'utilisation d'une autre organisation de travail. Dans ce contexte, le terme « ressource » représente ici des éléments aussi différents que la surface de travail nécessaire, le matériel, l'investissement dans les outils et les heures de travail.

### **1.1.2 Principes et méthodes de la philosophie *Lean***

Si la finalité de la philosophie *Lean* est l'élimination des gaspillages, l'atteinte de cet objectif passe par une évolution de la culture de travail. Cette culture doit permettre la recherche des gaspillages présents dans le processus de création de la valeur et non la recherche des

« responsables » de ces gaspillages. Le déploiement de cette culture qui prend la forme du *Lean Production*, permet de hiérarchiser et prioriser les gaspillages pour organiser leurs éliminations.

### 1.1.2.1 Culture *Lean*

Toute organisation possède une culture. Ce phénomène est observable à différentes échelles (pays, villes, entreprises,...). Le sociologue Guy Rocher (1973) nous donne sa définition d'une culture humaine :

*« Un ensemble lié de manières de penser, de sentir et d'agir plus ou moins formalisées qui, étant apprises et partagées par une pluralité de personnes, servent, d'une manière à la fois objective et symbolique, à constituer ces personnes en une collectivité particulière et distincte »*

Une culture, dans notre cas une culture d'entreprise, est un élément profondément ancré dans chacun des membres de l'organisation. Sa modification représente un défi très important. Le propos de Cécile Bareil sur le changement dans lequel elle précise qu'une organisation ne change pas tant que les personnes qui la composent ne changent pas, correspond parfaitement à la problématique de changement de culture.

Agir dans le sens d'une modification de la culture d'entreprise nécessite d'agir simultanément sur trois dimensions de l'organisation<sup>2</sup> :

- Les infrastructures de gestion
- Le système opérationnel
- La mentalité et les comportements

Ce type d'approche permet de s'assurer de construire un changement pérenne qui s'intégrera à l'organisation sur le long terme.

---

<sup>2</sup> Suivant les schémas utilisé par RTA

Dans leur livre consacré au *Lean*, Liker et Meier (2006) édictent quatorze principes fondamentaux de la méthode Toyota et de la culture sur laquelle elle se base :

1. Fondez vos décisions sur une philosophie à long terme, même au détriment des objectifs financiers à court terme
2. Organisez les processus en flux pièce à pièce pour mettre au jour les problèmes
3. Utilisez des systèmes tirés pour éviter la surproduction
4. Lissez la production (heijunka)
5. Créez une culture de résolution immédiate des problèmes, de qualité du premier coup
6. La standardisation des tâches est le fondement de l'amélioration continue et de la responsabilisation des employés
7. Utilisez le contrôle visuel afin qu'aucun problème ne reste caché
8. Utilisez uniquement des technologies fiables, longuement éprouvées, qui servent vos collaborateurs et vos processus
9. Formez des responsables qui connaissent parfaitement le travail, vivent la philosophie et l'enseignent aux autres
10. Formez des individus et des équipes exceptionnels qui appliquent la philosophie de votre entreprise
11. Respectez votre réseau de partenaires et de fournisseurs en les encourageant et en les aidant à progresser
12. Allez sur le terrain pour bien comprendre la situation (genchi genbutsu)
13. Décidez en prenant le temps nécessaire, par consensus, en examinant en détail toutes les options. Appliquez rapidement les décisions
14. Devenez une entreprise apprenante grâce à la réflexion systématique (hansei) et à l'amélioration continue (kaizen).

Dans son approche de la culture *Lean* et des méthodes de production Toyota, l'entreprise de conseil recrutée par RTA pour faire évoluer sa culture de travail a réuni les quatorze principes fondamentaux de Liker et Meier (2006) en cinq principes guides.



Les cinq principes guides de la culture *Lean*, utilisés depuis 2008 au sein de RTA sont :

- **Challenge** : Si vous ne pouvez pas justifier une situation, ne l'acceptez pas.
- **Aller voir** : S'il y a un problème, vous vous déplacez et allez voir. Recueillez les informations pertinentes, trouvez la cause fondamentale, obtenez le consensus et prenez l'initiative.
- **Amélioration continue** : Simple, rapide, bon marché !
- **Respecter l'individu** : Chaque individu a un rôle à jouer : respectez le !
- **Travail d'équipe** : Une équipe est plus forte qu'un individu.

Les cinq principes guides ci-dessus ont une application pratique pour chacun des outils *Lean* déployé en entreprise<sup>3</sup>. Pour être efficace, la mise en lumière des gaspillages et leur élimination doivent être intégrées à la culture d'entreprise. C'est ainsi qu'il est possible de déployer le *Lean Production* dans une organisation.

Le concept de *Lean*, par la culture d'entreprise qu'il met en place, essaie de relier deux aspects de l'entreprise, d'un côté la main d'œuvre et de l'autre la gestion organisationnelle de la production, le tout dans le but d'obtenir une production et une productivité la plus importante possible avec le minimum de ressources possible (Katayama & Bennett, 1996).

### 1.1.2.2 Outils

L'intérêt de l'industrie automobile occidentale pour les méthodes de travail Toyota a entraîné la mise au point de concepts et de méthodes accessibles et compréhensibles au travers de différents outils. Une définition absolue du *Lean* étant très compliquée, on trouve différentes représentations de ce concept. Sa représentation la plus classique et la plus expressive est le « Temple *Lean* » issu du TPS.

Il existe de très nombreuses illustrations du « Temple *Lean* » dans la littérature scientifique sans qu'aucune ne soit réellement prédominante. La Figure 1.1 ci-dessous en est un exemple, proche de celle utilisée par RTA.

---

<sup>3</sup> Voir ANNEXE B - Application des 5 principes guide

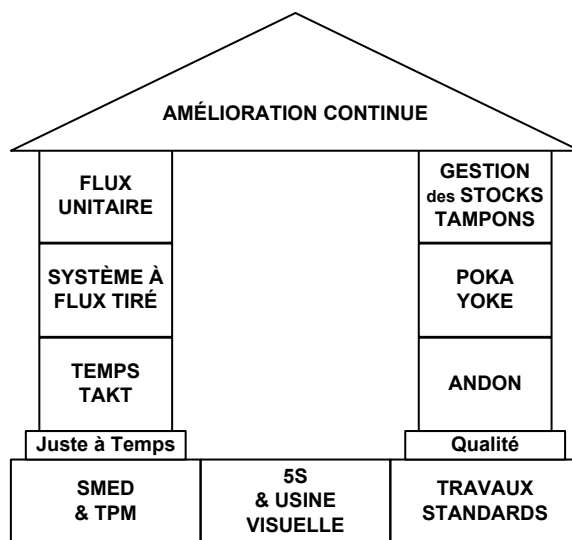


Figure 1.1 - Représentation de la philosophie *Lean* sous forme de temple (adapté de Rio Tinto Alcan (2010))

Cette représentation fait aussi ressortir le côté holistique de la philosophie *Lean*. Une brique seule est peu utile, mais leur assemblage construit quelque chose. Cette représentation renvoie le principe qu'utilisés ensemble, tous les concepts et outils apporteront plus que s'ils sont implantés et utilisés séparément (Humeau, 2008).

La forme de temple transmet la robustesse du système *Lean* et l'importance de suivre un ordre de construction (Rodolphe, 2010). Divisé en quatre sections principales :

- Base : gestion visuelle, SMED, TPM et travaux standard
- Pilier 1 : Juste à temps
- Pilier 2 : Qualité
- Toit : Amélioration (pensée créative)

Il apparaît évident, sous cette forme, que le toit (amélioration continue) ne peut être mis en place avant une brique de base (usine visuelle).

Cette représentation permet d'illustrer la cohérence du concept de *Lean Production*. Celui-ci est trop souvent vu par les professionnels comme une « caisse à outils » dans laquelle on vient se servir selon les besoins de l'organisation.

La liste ci-dessous (Beaulieu-Paré, 2011) donne un aperçu de l'étendue de cette « caisse à outils ».

- 5 pourquoi	- Diagramme d'Ishikawa	- Plan d'expérimentation
- 5S	- Formulaire A3	- Roue de Deming
- AMDEC (FMEA)	- Gemba walk	- Polyvalence des employés
- Andon	- Gestion des idées des employés	- SMED
- Autonomation	- Gestion visuelle	- Tableau de bord
- Équilibrage de la charge de travail	- Graphique Pareto	- Table ronde quotidienne
- Balisage (Benchmarking)	- Kaizen / Kaizen blitz	- Takt time
- Carte de contrôle	- Kanban	- Total productive maintenance (TPM)
- Cartographie de la chaîne de valeur (VSM)	- Maison de la qualité	- Travail d'équipe
- Coaching	- Ordonnancement de la production	- TRG
		- Etc.

Le choix des outils nécessaires pour éliminer les gaspillages présents dans l'organisation se fait suivant le processus visé, les compétences de l'organisation, les types de procédés et la disponibilité des ressources. Parmi cette vaste liste, il existe la gestion visuelle, 5S et le travail d'équipe qui sont des outils de base dont l'utilisation est commune à l'ensemble des entreprises.

Les outils cités ici sont importants dans le *Lean Production* mais il est important de conserver à l'esprit qu'ils ne sont qu'un moyen. Ils permettent de former, motiver, impliquer les acteurs de l'organisation et amènent de bons résultats mais ils ne se suffisent pas à eux mêmes. L'engagement et un minimum de compétences sont nécessaires de la part des personnes qui composent l'organisation. Cet engagement passe par un changement de culture de travail dans l'organisation, depuis les personnels de gestion jusqu'à l'opérateur directement en contact avec la matière d'œuvre. Cette nécessité de changement de culture permet de venir chercher le caractère holistique du *Lean Production* pour former un cercle vertueux. Il permettra de tirer des gains substantiels de l'utilisation des différents outils dans le cadre d'un déploiement cohérent.

### 1.1.3 Implantation du *Lean Production*

L'introduction du *Lean Production* dans une organisation est un processus complexe pour lequel il existe peu d'exemples documentés et qui doit être adapté à chaque nouvelle organisation.

### 1.1.3.1 Catalyseur de l'implantation

Le changement de culture nécessaire pour parvenir à une organisation de fonctionnement suivant les principes *Lean* ne s'opère pas par hasard ; il est guidé et supporté. Quatre « catalyseurs » permettent d'accélérer cette transformation et de maintenir les acquis une fois la culture *Lean* en place.

- Leadership

Le leadership permet d'engager toute l'organisation dans la démarche en démontrant une implication de la direction par son exemplarité à mettre en place et promouvoir la nouvelle culture. Le leadership doit orienter le changement culturel.

- Développement du personnel

Le développement du personnel, par la formation et les activités proposées, permet de valoriser les talents et potentiels pour accélérer l'appropriation de la nouvelle culture.

- Autonomisation

L'autonomisation consiste à donner à une personne ou à un groupe la maîtrise des moyens ; elle permet d'assurer à chacun une place importante dans une nouvelle organisation du travail tout en lui donnant des responsabilités.

- Sensibilisation sociale et environnementale

La sensibilisation sociale et environnementale, dans le cas d'une organisation qui s'oriente vers le *Lean Production*, permet d'intéresser les acteurs de cette organisation dans les défis qui seront les siens.

Ces quatre catalyseurs doivent être utilisés pour guider et engager l'organisation sur le chemin du changement de culture et la mise en place du *Lean Production*.

### 1.1.3.2 Les schémas d'implantation

Pour travailler selon les principes de la philosophie *Lean*, une période est nécessaire pour amener l'organisation et les personnes qui la composent vers une nouvelle culture. Le cheminement à réaliser doit être accompagné.

Malgré une attente très forte sur le sujet de l'implantation et une littérature scientifique très importante sur le sujet de *Lean Production* et du TPS, aucune publication scientifique n'est en mesure de donner un « manuel » de l'implantation *Lean*. Les travaux les plus sérieux publiés sur cette problématique sont réalisés par le *Lean Enterprise Institute* (LEI) et le *Lean Advancement Initiative* (LAI).

Sans donner le manuel absolu de l'implantation *Lean*, le LEI propose une « carte » des principales étapes du cheminement vers une organisation *Lean*. Ce modèle, présenté à la Figure 1.2, offre un point de départ à la réflexion des organisations.

### LEAN ACTION PLAN

While every individual or company embarking on a lean journey will have different challenges based on their particular set of circumstances, there are several crucial steps that can help reduce resistance, spread the right learning, and engender the type of commitment necessary for lean enterprise.

#### Getting Started

- **Find a change agent**, a leader who will take personal responsibility for the lean transformation.
- **Get the lean knowledge**, via a sensei or consultant, who can teach lean techniques and how to implement them as part of a system, not as isolated programs.
- Find a lever by **seizing a crisis** or by creating one to begin the transformation. If your company currently isn't in crisis, focus attention on a lean competitor or find a lean customer or supplier who will make demands for dramatically better performance.
- **Forget grand strategy** for the moment.
- **Map the value streams**, beginning with the current state of how material and information flow now, then drawing a leaner future state of how they should flow and creating an implementation plan with timetable.
- **Begin as soon as possible** with an important and visible activity.
- **Demand immediate results.**
- **As soon as you've got momentum, expand your scope** to link improvements in the value streams and move beyond the shop floor to office processes.

#### Creating an Organization to Channel Your Value Streams

- Reorganize your firm by product family and value stream.
- Create a lean promotion function.
- Deal with excess people at the outset, and then promise that no one will lose their job in the future due to the introduction of lean techniques.
- Devise a growth strategy.
- Remove the anchor-draggers.
- Once you've fixed something, fix it again.
- "Two steps forward and one step backward is O.K.; no steps forward is not O.K."

#### Install Business Systems to Encourage Lean Thinking

- Utilize policy deployment.
- Create a lean accounting system.

- Pay your people in relation to the performance of your firm.
- Make performance measures transparent.
- Teach lean thinking and skills to everyone.
- Right-size your tools, such as production equipment and information systems.

#### **Completing the Transformation**

- Convince your suppliers and customers to take the steps just described.
- Develop a lean global strategy.

Convert from top-down leadership to leadership based on questioning, coaching, and teaching and rooted in the scientific method of plan-do-check-act

Figure 1.2 - Plan de déploiement du *Lean Construction* proposé par le  
Lean Enterprise Institute (2012)

Le LAI propose un modèle plus directif pour le déploiement du *Lean Production* mais ce modèle très dirigiste apparaît parfois complexe pour les PME. Ce modèle intègre douze étapes ainsi que des indicateurs à mettre en place.

#### **1.1.3.3 Les limites**

L'introduction de la philosophie de *Lean Production* en Occident n'a pas toujours apporté que des améliorations dans le processus général de fonctionnement des unités de production. Ces nouvelles pratiques ont amené diverses problématiques tant au niveau de la main d'œuvre que sur les différents aspects de gestion des ressources humaines de l'entreprise (Jørgensen & Emmitt, 2008). De nombreux problèmes apparus dans le cadre de l'implantation de la philosophie *Lean* dans des organisations occidentales viennent d'une mauvaise compréhension de cette philosophie, de ses objectifs et de la méthode utilisée pour y parvenir. Ce point de vue est celui défendu par Humeau (2008) lors d'une présentation effectuée pour Rio Tinto Alcan.

Liker et Meier (2006), dans leur livre *The Toyota Way*, montrent les limites du concept de *Lean Production*. Tout au long de l'ouvrage, les auteurs font profiter le lecteur de leur expérience dans l'introduction et l'utilisation du *Lean Production* en entreprise ; ils mettent notamment en évidence la rapidité avec laquelle il est possible de retomber dans un mode de pensée occidentale. Cet écart par rapport au concept original conduit à une utilisation des outils *Lean Production* sans appliquer les principes de base qui y sont attachés.

Au-delà des observations de terrain que rapportent Liker et Meier (2006), le *Lean Production* suscite des opinions très diverses de la part de certaines parties prenantes du secteur

manufacturier. Adulé par certains, il est parfois décrié par d'autres. Le syndicat de cadre CFDT (France), dans le cadre d'un article dans sa revue périodique (Vernède & Boisson Zyskind, 2012), s'interroge sur l'effet de « mode » existant autour du *Lean Production* et de son application sans distinction à tous les secteurs économiques. Il encourage ses représentants à être très vigilants quant à ces pratiques. Dans le cas de l'article cité, le questionnement n'est appuyé sur aucun fait rapporté. Mais la simple existence de cette opinion et sa publication constitue un défi supplémentaire pour les agents de changement chargés d'implanter le *Lean Production* dans une entreprise.

## 1.2 Concept du *Lean Construction*

Devenu la référence en terme d'organisation du travail dans le secteur automobile puis manufacturier, le *Lean Production* a progressivement intéressé de nouveaux secteurs économiques. On peut trouver un premier exemple d'utilisation chez des entreprises d'industrie lourde du type de Rio Tinto Alcan. Mais l'intérêt pour la culture *Lean* va plus loin. Les activités de service, tout comme le secteur de la construction s'intéressent au fonctionnement de cette culture de travail. La mondialisation du marché de la construction engendre une concurrence accrue qui renforce cet intérêt. L'industrie de la construction doit toujours chercher à améliorer ses performances (Stewart & Spencer, 2006).

Cette partie présente l'état des connaissances de la littérature scientifique sur l'introduction de la culture *Lean* dans le secteur de la construction et l'organisation du travail associée, le *Lean Construction*.

Après une présentation du *Lean Construction*, seront abordées les particularités qui différencient les secteurs de la construction de ceux de l'industrie manufacturière. Les principales caractéristiques du *Lean construction* seront mises en évidence ainsi que la problématique de la mise en place du *Lean Construction* dans une organisation.

### 1.2.1 Origine et définition

Le concept de *Lean Construction*, représentant l'adaptation de la philosophie *Lean* développé par Toyota au secteur de la construction est évoqué pour la première fois lors d'un séminaire de Lauri Koskela (1992) ; il est lancé comme un défi au secteur de la construction pour se libérer du compromis Coûts-Qualité-Délais.

Lauri Koskela (2002) apporte une définition pour le *Lean Construction* :

*« way to design production systems to minimize waste of materials, time, and effort in order to generate the maximum possible amount of value »*

Suite aux travaux qu'ils ont menés, Greg Howell et Glenn Ballard (2003a), co-fondateurs du *Lean Construction Institute* en 1997, observent :

*« normally only about 50% of the tasks on weekly work plans are completed by the end of the plan week »*

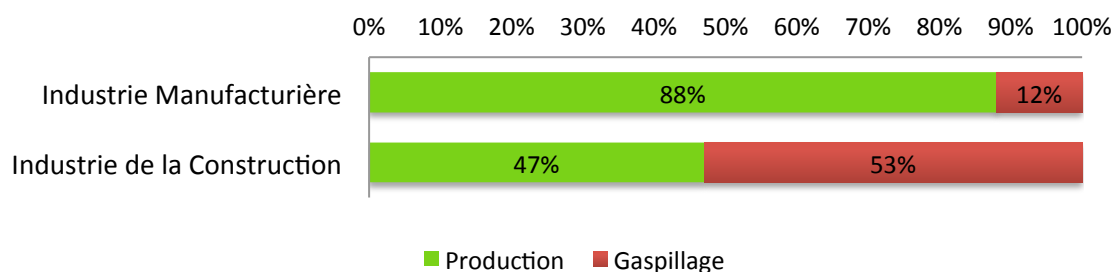


Cette observation vient appuyer les prises de position de Koskela. Howell et Ballard préconisent comme solution la nécessité de :

*« active management of variability, starting with the structuring of the project (temporary production system) and continuing through its operation and improvement. »*

Suivant la même philosophie que le *Lean Production*, le *Lean Construction* s'attache donc à identifier et à éliminer les gaspillages présents dans l'organisation pour assurer une création de valeur maximum (Koskela & Howell, 2002). La différence qui existe entre le *Lean Production* et le *Lean Construction* se trouve dans le type d'organisation dans laquelle on souhaite éliminer les gaspillages. Dans ces conditions, si les objectifs et les principes restent les mêmes, les moyens et les approches doivent être adaptés.

La Figure 1.3 propose une statistique du *Construction Industry Institute* qui présente une comparaison des ratios production/gaspillage dans l'industrie manufacturière et l'industrie de la construction.



Source : Construction Industry Institute

Figure 1.3 - Comparaison des ratios Production/Gaspillage entre l'industrie et la construction

Le graphique présente une forte disparité entre les deux secteurs montrant un gisement d'amélioration très important dans la construction. Les différences d'environnement et de contraintes entre ces deux secteurs d'activités sont de nature à expliquer, pour une part, la disparité observée. Néanmoins, le *Lean Construction* apparaît comme un moyen d'améliorer les performances du secteur de la construction.

Bien que le premier appel de Koskela (1992) date maintenant de vingt ans, l'intégration du *Lean Construction* au sein de projets de construction et sur les chantiers restent encore peu développés. Cette pratique est majoritairement visible aux États-Unis, au Danemark et au Royaume-Uni (Jørgensen & Emmitt, 2008).

### 1.2.2 Particularités de l'industrie de la construction

Les problèmes de l'industrie de la construction évoqués par des auteurs comme Koskela et Howell (2002) tirent leur origine des particularités de cette industrie. Au moins trois aspects distinguent l'industrie de la construction des autres types d'industrie :

i. Production ou construction sur site de livraison

Dans le cas d'une production industrielle, la production d'un bien est très souvent indépendante du lieu de consommation final. Il est aisé de délocaliser, séparer et assurer l'assemblage d'une production sur un site différent du site final grâce aux circuits de transport actuels (avion, bateau, frêt,...). La valeur ajoutée d'un produit se crée alors tout au long de ce chemin.

Le secteur de la construction amène une situation différente. Quand la délocalisation de certaines activités est effectuée, il s'agit d'une faible part du projet et le choix en est souvent fait à cause des contraintes que présente le site de construction. Les activités d'installation sur site liées à ces productions distantes restent souvent très importantes. On observe ainsi que dans le domaine de la construction, l'édification et l'installation sont les activités qui apportent le plus de valeur au produit (Salem et al., 2006).

ii. Production d'un livrable unique (aucun projet n'est le même)

Dans le cas d'une production manufacturière, un important travail de standardisation est effectué offrant ainsi une possibilité limitée de personnalisation par les clients et effectuer une économie d'échelle. Dans le cas de la construction, et plus encore de la construction d'installations industrielles, chaque projet est unique et le degré d'implication du client dans le cycle de projet est très important. Celui-ci conserve un rôle très important dans la définition du projet et peut constamment demander des modifications.

iii. Complexité technique et de gestion (organisation temporaire multiple et importante fragmentation de la structure industrielle)

Par le choix de certains composants nécessitant un très long délai de livraison (commande effectuée avant que la conception finale de l'ensemble ne soit connu), par le degré de qualité exigé sur des produits uniques et par la co-activité résultant du travail de nombreuses entreprises différentes sur le site de construction, l'industrie de la

construction présente des défis importants en terme de complexité technique et d'exécution.

Les effets combinés des trois dimensions qui distinguent le secteur de la construction d'une production manufacturière sont incertains et potentiellement très importants. La réduction de ces incertitudes est possible dans un contexte industriel par une structure organisationnelle fortement intégrée associée à une augmentation des systèmes de contrôle. Ce type de contrôle permet, à défaut d'obtenir une amélioration de l'efficacité du processus, de créer une stabilité, condition nécessaire de la réduction de ces incertitudes. Mais dans le cas de la construction, de nombreuses incertitudes sont difficilement contrôlables. On trouve notamment les conditions climatiques, la co-activité, les conditions de sol et le changement d'entrepreneur qui peut amener des circonstances imprévues et avoir un impact significatif sur le projet en terme de coûts et délais.

### **1.2.3 Principales caractéristiques du concept de *Lean Construction***

L'adaptation du *Lean Production* au *Lean Construction* oublie souvent ce qui a pu faire la force et les succès de la culture de travail *Lean* : l'optimisation des activités répétitives. Or celles-ci sont beaucoup plus importantes dans l'industrie manufacturière (Jørgensen & Emmitt, 2008; Pellerin, 2012).

Les concepts de *Lean Construction* et de *Lean Production* se basent, tout deux, sur la philosophie *Lean*. Mais, Jørgensen & Emmitt (2008) pointent des différences dans les moyens et les approches à utiliser. Comme pour l'industrie manufacturière, l'utilisation du *Lean construction* doit, avant tout, s'adapter à l'organisation ciblée pour son l'implantation (Modig, 2004). Il est toutefois possible donner deux caractéristiques principales du *Lean Construction* : le développement d'un nouveau compromis et la définition des axes principaux de l'organisation.

#### **1.2.3.1 Développement d'un nouvel équilibre**

Le *Lean Construction* est né de l'écart observé entre les modèles théoriques et la réalité dans le secteur de la construction (Koskela, 2000).

Koskela reprend le modèle TPS de Toyota, choisi comme référence par l'industrie manufacturière, pour construire un nouveau modèle de production en mode projet suivant trois axes complémentaires développés dans le Tableau 1.2 (Koskela, 2000) :

- **Transformation**
- **Flux**
- **Création de la valeur**

Tableau 1.2: Éléments du compromis Transformation-Flux-Valeur (traduit de Koskela (2000))

	<b>Transformation</b>	<b>Flux</b>	<b>Génération de valeur</b>
<b>Concept</b>	Transformation des intrants en extrants	Flux de matériels, processus de transformations, processus d'inspections, les mouvements et les attentes	La création de la valeur est réalisée suivant les exigences du client
<b>Principe</b>	Avoir une production efficiente	Éliminer les gaspillages (activités à non valeur ajoutée)	Éliminer les pertes de valeur (valeur obtenue par rapport à la meilleure valeur possible)
<b>Contribution pratique</b>	Prendre soin de ce qui doit être fait	Prendre soin que ce qui est non-nécessaire soit réduit au maximum	Prendre soin de rejoindre les attentes clients de la meilleure façon possible

En établissant ce nouveau compromis pour guider l'exécution d'un projet de construction, Koskela effectue un rapprochement entre le modèle théorique et ce qui est observable dans la réalité.

### 1.2.3.2 Principales directions pour éliminer les gaspillages

Eriksson (2010) identifie six axes principaux qui structurent le *Lean Construction* et les définit par rapport aux caractéristiques du secteur de la construction. Les travaux d'Eriksson (2010) sur ce sujet sont complétés par les analyses de Green et May (2005) sur la mise en place du Lean Construction.

i. Réduction des gaspillages :

La réduction des gaspillages constitue l'élément principal du *Lean Construction* (Ballard et al., 2003; Green, 1999b; Jørgensen & Emmitt, 2008). L'aspect central rattaché à cet élément est l'exigence de la propreté et du bon ordre que l'on doit retrouver partout sur le chantier. Cet objectif ne peut être réalisé qu'en encourageant les ouvriers à y participer (Salem et al., 2006). La réduction des gaspillages passe aussi par la mise en place du juste-à-temps (Jørgensen & Emmitt, 2008), le recours aux technologies de l'information tels que la modélisation 3D (Ballard et al., 2003; Green & May, 2005) et la pré-fabrication d'éléments et équipements (Green & May, 2005).

ii. Processus de planification et contrôle de la production :

La conduite d'un projet de construction centré sur la gestion des flux de production est un élément central du *Lean Construction* (Jørgensen & Emmitt, 2009). Ce type de gestion peut s'appuyer sur des outils de type « Last Planner » (Ballard et al., 2003). Il doit s'assurer la participation de tous à la prise d'action immédiate par des méthodes d'autocontrôle (Ballard et al., 2003; Green & May, 2005) et l'établissement de jalons dans le plan d'exécution (Salem et al., 2006).

iii. Focalisation sur les besoins client :

La focalisation sur les besoins client, qui constitue un élément clé du *Lean Construction* (Jørgensen & Emmitt, 2009), met en avant le fait que la satisfaction du client dépend autant du produit final que du processus d'exécution de celui-ci (Maloney, 2002). Pour que les entrepreneurs et fournisseurs s'approchent au plus près des besoins et des exigences du client, il est important de les impliquer dans un projet dès la phase d'ingénierie. L'introduction des principes *Lean* est donc possible dès la conception : elle permet la mise en place d'une « ingénierie concurrente »<sup>4</sup> et améliore les résolutions de problèmes.

iv. Amélioration continue :

Une amélioration continue efficace passant par des perspectives à long terme est importante en *Lean Construction* (Green & May, 2005; Salem et al., 2006). Celle-ci se concrétise par la mise en place de mesures de performance (Salem et al., 2006), l'amélioration des procédés et la résolution

---

<sup>4</sup> Voir 1.3.8.3 - Ingénierie concurrente

de problèmes impliquant des travailleurs (Ballard et al., 2003). Le partage de connaissance est un autre aspect important du *Lean Construction* (Green & May, 2005).

v. Relation de coopération à long terme :

La coopération tout au long du processus d'exécution est un élément central du *Lean Construction* (Green & May, 2005). Elle doit permettre une intégration des compétences et une mutualisation des efforts lors des résolutions de problèmes (Jørgensen & Emmitt, 2009).

Les résolutions de problèmes doivent se concrétiser dans une bonne compréhension des différentes équipes partenaires autour de l'utilisation d'outils de travail collaboratifs, de locaux de travail communs et d'objectifs communs (Eriksson, 2008; Green & May, 2005).

Ces particularités d'un projet de construction peuvent être résumées par des problématiques très complexes (Winch, 1987), dans une organisation temporaire multiple (Koskela, 1992). Or, la philosophie Lean a pour objectif de mettre en avant les flots, la coopération et un schéma global (Liker, 2004), ce qui apparaît difficile au vu des particularités du secteur de la construction citées précédemment.

Dubois & Gadde (2002) vont encore plus loin en observant que le manque de relations à long terme entre les différents acteurs de la construction (ces acteurs peuvent être des entreprises, leurs dirigeants, leurs employés ou leurs ouvriers) rend très difficile le processus des leçons apprises et de l'innovation qui sont par ailleurs deux éléments très importants de la philosophie Lean.

vi. Perspective globale :

Enfin, il est important d'adopter des perspectives globales (Jørgensen & Emmitt, 2009) pour être capable d'améliorer de manière centralisée un projet et éviter les améliorations locales (Eriksson, 2008; Green & May, 2005).

Une perspective globale doit permettre de réduire le nombre de parties prenantes. Dans une volonté similaire, il est important que les différentes phases, ingénierie, construction et opération ne travaillent pas de manière isolée. Les perspectives globales sont importantes pour choisir les objectifs et effectuer un balancement approprié entre les éléments coûts, qualités, délais (Green & May, 2005).

### 1.2.4 Mise en place de la philosophie *Lean Construction*

Green et May (2005) développent l'idée d'un déploiement de la philosophie *Lean Construction* en trois étapes visible dans le Tableau 1.3. Chacune d'entre elles représente un niveau de sophistication supérieur et permet ainsi de faire évoluer l'organisation dans la compréhension et l'intégration de la philosophie *Lean Construction*.

La première étape s'attache, selon la description de Green et May (2005), à la réduction des gaspillages. Elle se concentre sur les gestionnaires plutôt que sur les travailleurs et se concrétise par l'élimination des mouvements inutiles, l'élimination des coûts non-nécessaires, l'optimisation des flux et le partage d'informations sur les gains réalisés. Dans le cas du *Lean Construction*, ces processus reviennent à mettre en place des démarches de propreté bon ordre, juste à temps, mise en place de jalons et ICP.

La seconde étape se concentre sur la suppression du sentiment « d'équipes adversaires » pour encourager le travail d'équipe tout au long d'un projet. Ceci se traduit par la limitation des réunions et invitations à des rencontres, par l'encouragement de la collaboration à long terme et l'utilisation d'outils collaboratifs.

Dans l'étape 3, Green et May (2005) avancent l'idée d'une évolution des structures de conduite de projet. Cette dernière étape se définit par l'utilisation poussée des technologies de l'information, des techniques de préfabrication, de la méthodologie « Last Planner », des méthodes d'autocontrôle, par la mise en place de relations long terme, l'utilisation des suggestions des travailleurs, le suivi de paramètres non-scientifiques et la formation de toutes les parties prenantes.

L'accomplissement de ces trois étapes doit déboucher sur de grands changements dans la conduite de projet. La définition de trois étapes et le renvoi à différents outils et techniques apportent un point de vue sur l'introduction de la philosophie *Lean Construction* dans une organisation. Cependant, ce concept est développé de manière générale pour correspondre au secteur de la construction dans son ensemble. Son utilisation doit donc se faire suivant les caractéristiques du projet de construction en cours

Eriksson (2010) construit une association entre les étapes définies par Green et May (2005) et les six éléments principaux qui constituent, d'après ses recherches, les fondements de la philosophie Lean construction (Tableau 1.3)

Tableau 1.3: Éléments constituant le Lean Construction (traduit de Eriksson (2010, p. 400))

<b>Éléments principaux du Lean Construction</b>	<b>Aspects liés</b>	<b>Étape d'implantation</b>
Réduction des gaspillages	Propreté bon ordre	Étape 1
	Juste à temps	Étape 1
	Outil des technologies de l'information	Étape 3
	Pré fabrication	Étape 3
Contrôle de projet et planification (processus)	« Last Planner »	Étape 3
	Auto-Contrôle	Étape 3
	Jalons	Étape 1
Fin de focalisation sur le client	Intégration des entrepreneurs dès la phase d'ingénierie	Étape 3
	Appel d'offre restreint intégrant des paramètres généraux (ex : performance SSE des entrepreneurs)	Étape 2+3
Amélioration continue	Contrats et perspectives à long terme	Étape 2+3
	Mise en place d'indicateurs de performances	Étape 1
	Encourager la résolution de problèmes et l'innovation de la part employés	Étape 3
	Formation de toutes les parties prenantes	Étape 3
Relation de coopération	Utilisation d'outils collaboratifs	Étape 2
	Partage des gains et craintes	Étape 1
Perspectives globale	Privilégier la fiabilité des flux de production aux activités individuelles	Étape 3
	Contrats de portée large	Étape 3
	Éviter les sous optimisations	Étape 3



Dans le cas du *Lean Construction* comme dans celui du *Lean Production*, il n'existe pas de « manuel d'implantation » à proprement parler. Les travaux d'Eriksson (2010) et de Green et May (2005) apportent des directions et des pistes qu'il convient ensuite d'adapter.

### 1.2.5 Données sur des cas d'implantation

L'étude de la littérature montre qu'un très gros travail a été mené pour donner la cohérence et de la lisibilité au concept de *Lean Construction* aujourd'hui (Jørgensen & Emmitt, 2008). Mais cette relative disponibilité de littérature traitant du *Lean Construction* laisse transparaître un domaine encore immature du point de vue de Eriksson (2010) tant il manque de raisonnements théoriques non biaisés. Il est aisé de trouver des articles traitant de concept de *Lean Construction* mais plus difficile lorsque l'on recherche des cas pratiques d'implantation et d'utilisation de ces outils.

Ce point de vue est repris par Jørgensen & Emmitt (2008) pour qui de grands succès sont attribués au *Lean Construction*, mais peu sont réellement documentés. Ce constat recoupe les mises en garde effectuées par Green (1999a, 2000, 2002) sur un choix aveugle de la philosophie *Lean* et de son intégration au secteur de la construction sans analyser leur compatibilité.

Le manque de données numériques quantifiables dans le domaine de la construction est une barrière au développement et à la diffusion de la philosophie *Lean Construction* car on n'est pas capable d'en démontrer le réel impact sur les performances. En ce sens, Jørgensen & Emmitt (2008) demandent aux acteurs du domaine un focus sur les données numériques. Il est à noter que la majorité des données numériques et études de cas disponibles dans la littérature scientifique sont établis par les fondateurs du *Lean Construction Institute* qui sont eux-mêmes des consultants en *Lean Construction*.

Le fait que de nombreux secteurs économiques (assurance, santé, industrie de petit volume, ...) aient réussi à démontrer les impacts positifs de la philosophie *Lean* sur leurs méthodes de travail par cette récupération de données (Arleroth & Kristensson, 2011) est là pour encourager les recherches et rendre disponible plus de données sur des cas d'utilisation du *Lean Construction*.

## 1.3 Outils

Les concepts de *Lean* et *Lean Construction* sont liés à de nombreux outils. Cette partie présentera les outils et les bonnes pratiques de l'industrie que l'on retrouve dans l'étude menée.

### 1.3.1 « *Last Planner* »

Le « *Last Planner* » est l'outil, au nom déposé, synonyme de la philosophie *Lean Construction* dans le monde occidental ; il bénéficie de la promotion du *Lean Construction Institute*. Il s'agit de l'outil rattaché à la philosophie *Lean Construction* qui fait l'objet du plus grand nombre de publications scientifiques.

Cet outil, qui se traduit littéralement par « Dernier Planificateur », tient une place centrale dans le « *Lean Project Delivery System* ». Son intention est de décentraliser la tâche de planification (Forbes & Ahmed, 2009) en la rapprochant du terrain. Ce déplacement d'une partie du centre de décision doit servir à optimiser l'utilisation de la main d'œuvre et des équipements disponibles pour la réalisation des jalons prévus au calendrier maître. La Figure 1.4 montre le fonctionnement général de l'outil « *Last Planner* » depuis la planification à très haut niveau jusqu'à la réalisation des activités sur le terrain.

Cette volonté de rapprocher la planification du terrain vient d'une étude réalisée par Ballard & Howell (1998) qui ont mis en évidence qu'en moyenne 54% des planifications de tâche ne sont pas respectées sur les chantiers de construction.

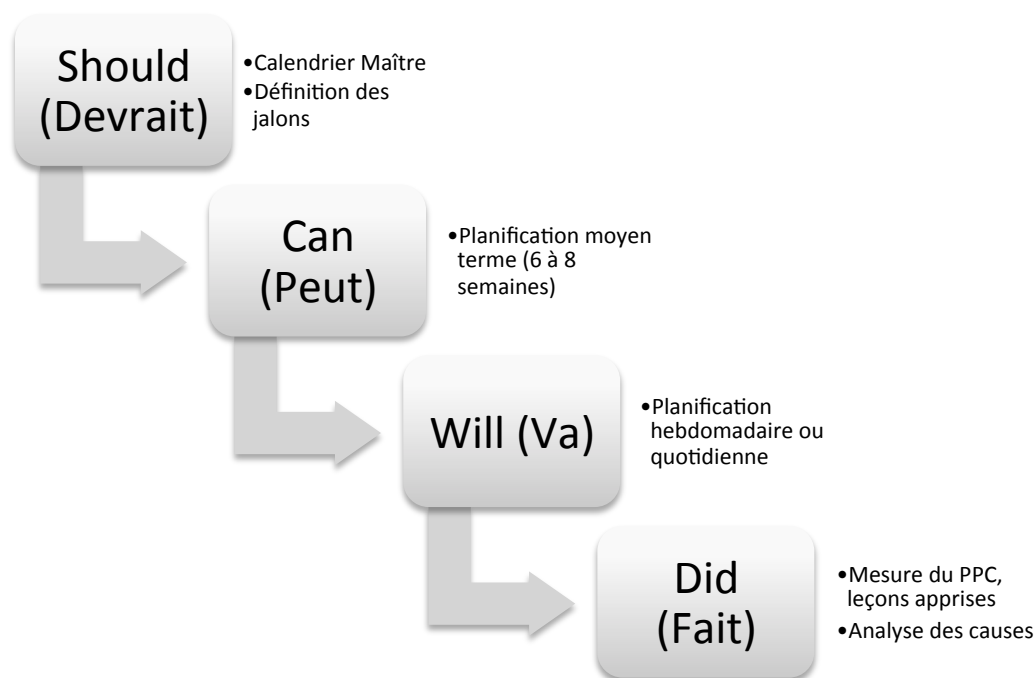


Figure 1.4 - Différentes étapes de planification à l'intérieur de l'outil « Last Planner »

Forbes et Ahmed (2009) dressent la liste des points saillants de l'utilisation de l'outil « Last Planner » :

- la mise en place de cet outil repose sur l'hypothèse que les projets de construction ont des plans de travaux comportant des mises à jour erronées
- La planification est réalisée en collaboration avec ceux qui réalisent le travail
- Les contraintes devraient être identifiées et éliminées par l'équipe
- L'équipe de construction doit faire des promesses réalisables
- Les échecs doivent être traités comme des opportunités d'amélioration pour les prochaines tâches

### Les limites de l'outil

L'outil « Last Planner », de part sa conception, travaille à l'optimisation du flot de travail en utilisant le système de l'apprentissage pour faire d'un échec une opportunité d'amélioration. Cette caractéristique en fait un outil particulièrement adapté aux chantiers très répétitifs avec construction d'éléments en quasi série, comme un chantier d'immeubles résidentiels mais un outil peu adapté aux chantiers techniques tels que la construction d'usines.

### 1.3.2 Centre d'Information

Le tableau de bord, dans sa définition générale, est un outil permettant de connaître l'état d'un système ou d'un processus à l'aide d'un nombre restreint d'indicateurs.

Saulou (1982) utilise l'analogie du tableau de bord de voiture pour illustrer l'utilité et la fonction d'un tableau de bord. A l'image d'un tableau de bord de voiture, son équivalent en gestion présente de nombreux indicateurs :

- Indicateur de performance (équivalent à l'indication de vitesse de la voiture, de la consommation)
- Indicateur cumulatif (équivalent du compteur kilométrique)
- Indicateur de état de l'organisation (équivalent de la température moteur et voyant d'alarme)
- Indicateur sur l'environnement extérieur (équivalent de la température extérieure de la voiture)
- Indicateur de suivi de la stratégie (équivalent au GPS)

Kaplan et Norton (1992) choisissent d'effectuer un parallèle entre le tableau de bord et un cockpit d'avion :

*«Think of the balanced scorecard as the dials and indicators in an airplane cockpit. For the complex task of navigating and flying an airplane, pilots need detailed information about many aspects of the flight. They need information on fuel, air speed, altitude, bearing, destination, and other indicators that summarize the current and predicted environment. Reliance on one instrument can be fatal. Similarly, the complexity of managing an organization today requires that managers be able to view performance in several areas simultaneously».*

Epstein & Manzoni (1998) développent l'idée que le tableau de bord doit servir à transmettre la stratégie de l'organisation sur le terrain pour traduire celle-ci en action. Le tableau de bord devient le vecteur de cette stratégie.

La construction d'un tableau de bord est un processus en soi qui doit être effectué avec méthodologie. Un tableau de bord mal conçu, manquant de rigueur et de réflexion sur les

objectifs à atteindre entraînera des gaspillages pour l'organisation. Il se caractérisera notamment par des indicateurs «inutiles, inutilisables et inutilisés» (Voyer, 1999; p5).

Au delà du simple suivi en vue d'assister la prise de décision, les tableaux de bord développés par RTA ont pour vocation le rassemblement d'une équipe autour d'un outil visuel. Celui-ci doit permettre, en plus du suivi des indicateurs sur le fonctionnement du processus, de solutionner les problèmes mis en lumière et d'avoir une vision des activités planifiées.

Dans une optique similaire, Fernandez (2003) donne au tableau de bord la mission de rapprocher les centres de décision du terrain pour être capable de suivre la vitesse toujours plus rapide de l'économie. Pour illustrer son propos, il utilise la boucle de rétroaction (Figure 1.5) existant dans tout système pour mettre en place une commande et l'adapter ensuite.

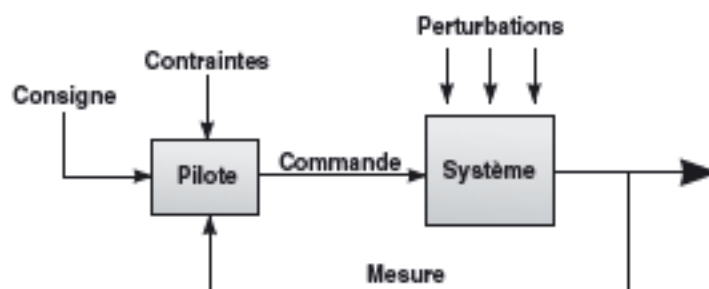


Figure 1.5 - Boucle de rétroaction exposée par Fernandez (2003)

Dans le cas des activités économiques, une boucle de rétroaction stable mais lente n'est plus viable. Celle-ci doit se rapprocher du terrain pour se raccourcir. Le tableau de bord est un moyen pour y parvenir.

### 1.3.3 Lean Project Delivery System (LPDS)

Le modèle LPDS constitue une nouvelle compréhension de l'exécution d'un projet. Ballard et Howell (2003b) imaginent avec ce nouveau modèle un projet qui n'est plus appréhendé en termes de phases (conception, approvisionnement, installation) mais avec des relations d'imbrication et de boucle entre les phases.

La Figure 1.6 représente les différentes phases d'un projet défini avec le modèle LPDS.

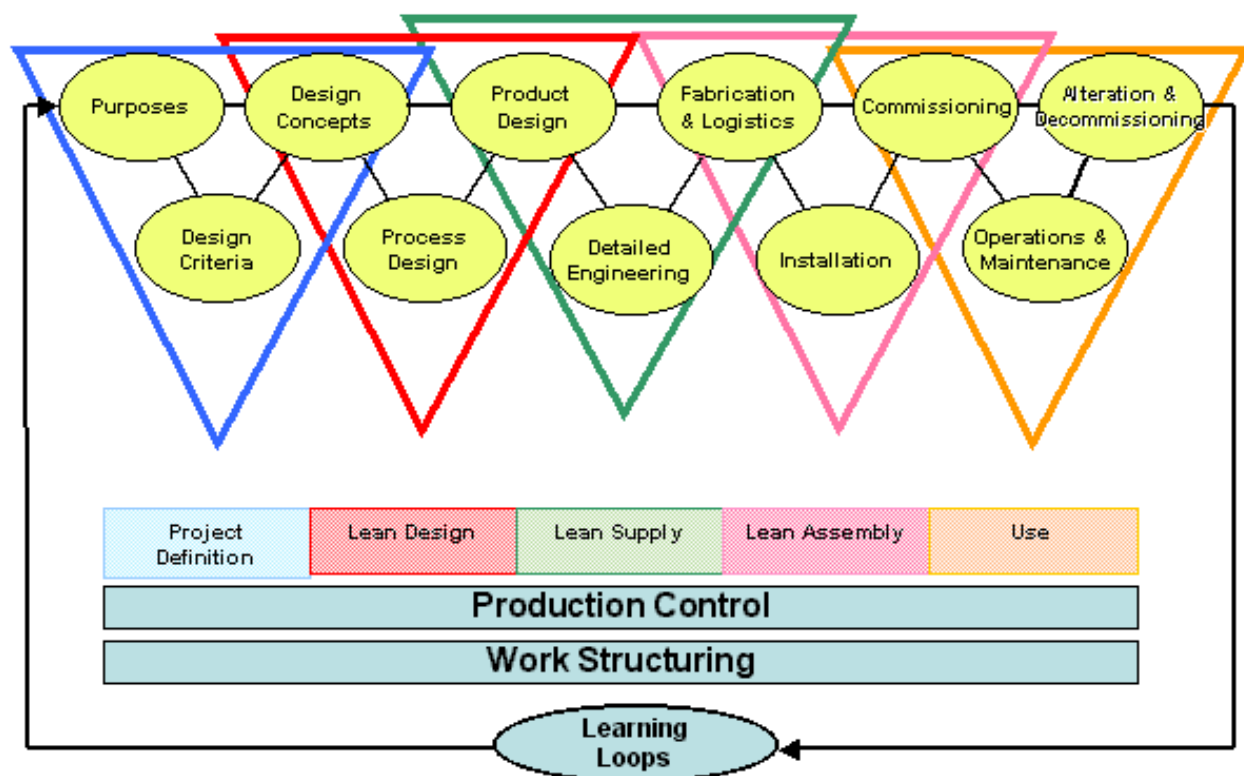


Figure 1.6 - Structure du *Lean Project Delivery System* (tiré de Ballard et Howell (2003b))

### Définition de projet (Project Definition)

La première phase, dite de définition du projet, implique le client et les parties prenantes pour définir les objectifs, les critères et les choix de conception. Ces trois activités s'influencent mutuellement, une bonne communication est nécessaire entre les parties prenantes pour obtenir la meilleure compréhension possible. Toutes les parties prenantes de l'exécution doivent être présentes dans cette phase.

### Conception *Lean* (*Lean Design*)

Le déclenchement du changement de phase de la Définition de Projet vers la Conception *Lean* intervient lorsque les objectifs, les critères de conception et concepts de conception sont alignés.

Cette phase va permettre, par la communication entre les parties prenantes, d'aligner la conception des processus et du produit sur les critères de conception. Si le client souhaite trouver de nouvelles opportunités pour son projet, il faut revenir à la phase précédente.

L'originalité de ce mode de fonctionnement réside dans le temps donné pour la conception et la priorisation des différentes alternatives. Les personnels ayant des activités interdépendantes sont

amenés à travailler ensemble à la conception. Le but est de pouvoir réduire les reprises de travaux déjà effectués et les délais d'exécution dus à une avancée trop rapide de l'ingénierie.

### **Approvisionnement *Lean* (*Lean Supply*)**

Dans la phase Approvisionnement Lean sont réalisées l'ingénierie détaillée, la fabrication et la logistique. Ces activités nécessitent d'avoir complété la conception du produit et des processus. Dans cette phase, on cherche les initiatives qui permettront la réduction des délais pour l'obtention des informations et des matériels. C'est dans cette phase que sera déterminé l'échéancier de livraison du projet.

### **Assemblage *Lean* (*Lean Assembly*)**

Cette phase débute avec la livraison du matériel et des informations qui permettent de l'utiliser. Cette phase se termine lorsque le client commence à retirer des gains de son outil, ceux-ci arrivant après l'activité de *commissioning*.

### **Utilisation (Use)**

Cette phase fait référence à la phase d'opération d'un projet.

## **1.3.4 Propreté bon ordre et 5S**

Le concept de propreté bon ordre a pour objectif de maintenir l'espace de travail le plus propre possible. L'outil 5S issu de la philosophie Lean va plus loin en utilisant un processus de sélection du matériel nécessaire et en établissant des standards de rangement. Ces standards de rangement sont souvent présents sous la forme de photos. Le terme 5S réfère à :

- Sort : Séparer le nécessaire du superflu
- Simplify : Soigneusement organiser et identifier les outils
- Sweep : Inspection de routine pour conserver l'espace de travail en ordre
- Standardize : Méthodes documentées et accords formalisés
- Self discipline : Tenir les équipes responsables de maintenir les normes convenues

La mise en place d'une démarche de propreté bon ordre ou de l'outil 5S permettent d'augmenter la sécurité d'un chantier, de réduire les coûts en termes de quantité d'outils, de réduire les pertes et les dégradations de matériels par mauvais entreposage.

### 1.3.5 Résolution de problèmes

La résolution de problème est une activité courante dans le cadre d'une organisation et d'un projet de construction. Il s'agit même de l'une des activités principales. Généralement la résolution d'un problème amène à la prise de contre mesure.

La philosophie Lean, dans la recherche de l'élimination des gaspillages, s'attache à formaliser le processus de résolution de problème pour éviter les contre-mesures coûteuses et s'assurer ainsi de retenir celles qui sont efficaces.

Liker (2004) préconise l'utilisation de la méthode 5, « Pourquoi ? », pour être capable d'identifier les causes fondamentales d'un problème et les résoudre au lieu de gérer les conséquences à chaque nouvelle apparition du problème. Le fonctionnement veut que l'on pose la question « Pourquoi ? » plusieurs fois jusqu'à arriver à la cause fondamentale du problème.

Toyota a mis sur pied une procédure complète de résolution de problème en 7 points (incluant le 5 Pourquoi) (Liker, 2004).

Dans la même perspective, RTA a adapté la méthode TPPSP (Toyota Practical Problem Solving Process) (Figure 1.7) à ses besoins pour l'utiliser dans ses installations.

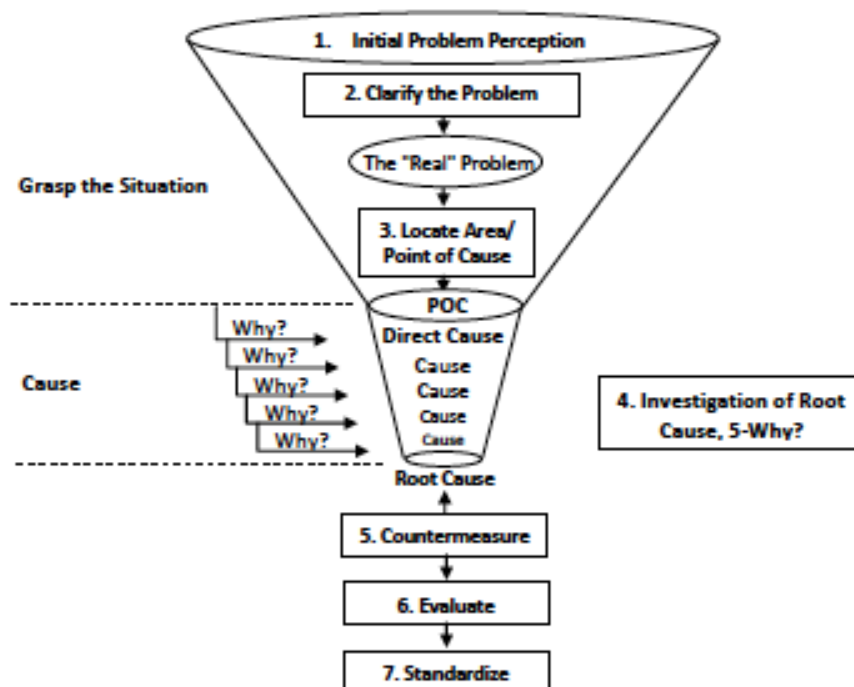


Figure 1.7 - Représentation de la TPPSP (tiré de Liker (2004))



### 1.3.6 Building Information Modeling (BIM)

L'outil BIM pour « *Building Information Modeling* » ou « Modèle d'information unique du bâtiment » est un processus de gestion des données de construction tout au long des phases d'ingénierie et jusqu'à la livraison, l'exploitation voire même la démolition.

Cet outil est disponible au travers de logiciels de modélisation dynamiques spécialisés pour le génie civil.

Comparable, dans le concept, aux maquettes numériques depuis longtemps utilisées dans les domaines de l'automobile et de l'aéronautique, les produits BIM regroupent toutes les informations liées à la construction autour d'une maquette numérique : géométrie de construction, données spatiales, données géographiques et sur les équipements installés (Howell & Batcheler, 2005).

L'objectif d'un tel outil est d'assurer la conservation des données relatives à la construction et au bâtiment pendant toute la durée de vie de celui-ci, mais aussi d'éviter la perte de données entre les différentes phases d'exécution du projet de construction. Comparé à des outils CAD, le BIM crée un stockage unique de toutes les données de construction sous un format commun.

L'utilisation de l'outil BIM permet, en outre, d'éliminer les gaspillages liés à une saisie répétée des mêmes données géométriques par différentes parties prenantes. La répétition de saisie de données amène des gaspillages de ressources et des possibilités d'erreurs.

### 1.3.7 Cartographie de la chaîne de valeur

L'utilisation de ce processus entend éliminer les gaspillages, autant en terme d'échéancier que de coûts. Il permet donc de livrer les projets plus rapidement et dans des coûts plus faibles. Ce processus, développé par Toyota sous le nom de « Material Information Flow Mapping » (Rother & Shook, 1999), permet d'identifier les gaspillages dans un processus ainsi que leurs causes fondamentales.

Les différentes composantes de cet outil sont (Pellerin, 2012) :

- Expérimenter continuellement et améliorer le processus
- Définir la valeur ajoutée et cartographier le flux de valeur

- Engager les parties prenantes

Hines et Rich (1997) identifient sept outils de cartographie de la chaîne de valeur, chacun d'entre eux ayant ses forces et ses faiblesses lui permettant d'être plus efficace sur certains types de gaspillage. Les sept outils peuvent être utilisés de manière indépendante ou combinée.

La cartographie de la chaîne de valeur est un outil visuel qui va permettre de classer les activités étudiées dans les catégories : valeur ajoutée, non-valeur ajoutée et gaspillage nécessaire<sup>5</sup>.

La réalisation d'une cartographie de la chaîne de valeur est un exercice lourd.

### **1.3.8 Bonnes pratiques liées aux outils et à la philosophie *Lean***

Les outils présentés précédemment sont des éléments importants du *Lean* et *Lean Construction*. Ils s'appuient tous sur un faisceau de bonnes pratiques traduisant une culture tournée vers l'amélioration et la réduction des gaspillages. Cette partie présente plusieurs éléments relevant de ces bonnes pratiques mises en place ou reliées à l'objet d'étude.

#### **1.3.8.1 Instauration d'un flux tiré**

La mise en place d'un flux tiré doit permettre de réaliser un travail uniquement pour pouvoir transmettre celui-ci à l'étape suivante (Ballard & Howell, 2003b). Cette règle permet d'éliminer les gaspillages de sur-production, l'un des sept types de gaspillage identifié par la philosophie *Lean*.

#### **1.3.8.2 Priorisation des gaspillages**

Différents outils présentés précédemment permettent d'identifier les gaspillages se trouvant dans l'organisation. Les ressources de l'organisation étant limitée, il est important de prioriser ceux-ci pour les éliminer le plus efficacement possible (Arleroth & Kristensson, 2011).

---

<sup>5</sup> Voir Tableau 1.1

Liker et Meier (2006) proposent une procédure en trois points :

1. Importance : suivant les objectifs et le degré de satisfaction de l'entreprise, avec une forte importance pour les aspects SSE
2. Urgence : exemple : rencontrer un échéancier
3. Tendance : lorsqu'un problème ou une situation se dégrade

Une autre méthode consiste à comparer les gaspillages au travers d'une analyse de Pareto et ainsi trouver ceux qui ont le plus d'impact sur l'organisation (Gupta, 2004).

#### **1.3.8.3 Ingénierie concurrente**

La mise en place du principe d'ingénierie concurrente a pour objectif de transformer le travail des ingénieurs pour le faire passer de l'état de « solution » à celui de « proposition » (Green & May, 2005; Jørgensen & Emmitt, 2009; Winch, 2006). Dans ce contexte, les différentes propositions de conceptions qui sont proposées sont discutées par les parties prenantes pour identifier la meilleure. Les critères de choix comprennent le respect des objectifs du client, les capacités et méthodes d'exécution de la construction, les impacts SSE, les coûts et les délais.

De cette manière, les équipes de construction sont impliquées dans les choix de conception.

#### **1.3.8.4 Gestion visuelle**

La gestion visuelle dans le cadre du *Lean Construction* est une pratique qui est commune à plusieurs outils. On trouve notamment dans ces outils le 5S, la cartographie des flux de valeur, le Centre d'Information et la gestion de processus.

Cette technique permet de mettre en place un outil de gestion simple et compréhensible par tous qui nécessite peu d'interprétation. Il s'agit de la première étape d'implantation de la philosophie *Lean* dans une organisation.

## 1.4 Concept et mesure du succès d'un projet

Le succès est le but ultime de tout projet (Chan, 2004). Dans le secteur de la construction, cette idée simple à appréhender est difficile à formaliser, le succès d'un projet de construction restant conceptuel et sujet à plusieurs définitions et interprétations.

La construction des indicateurs ou Indicateurs Clés de Performances (ICP) capables de donner la bonne lecture de l'exécution ou résultat d'un projet est un sujet développé dans la littérature scientifique depuis plusieurs années.

### 1.4.1 Perception du succès d'un projet

La littérature scientifique travaille à construire la définition qui permettrait de donner les critères de succès d'un projet. Munns & Bjeirmi (1996) définissent un projet comme la réalisation d'un objectif spécifique par l'utilisation de ressources dans différentes tâches et activités. Chan (2004) donne une définition qu'il a construit à partir de la littérature scientifique :

*« criteria of project success can be defined as the set of principles or standards by which favourable outcomes can be completed within a set specification »*(Chan, 2004; p7)

Dans le cadre d'exécution de projet au sein de l'économie générale, Freeman & Beale (1992) montrent que de nombreux gestionnaires de projet appréhendent la question du succès comme un élément intuitif. En ce sens, la littérature scientifique traitant du sujet arrive à la conclusion que le concept de succès n'a pas le même sens pour toutes les parties prenantes d'un projet.

En plus de présenter des variations entre les personnes sur les critères de réussite, Parfitt & Sanvido (1993) montrent que cette variation est aussi fonction du type d'activité économique dont il est question. La position dans un projet (clients, firme d'ingénierie, sous-traitant, directeur, gestionnaire, ingénieur, ...) donne à chacun de ces groupes des critères et objectifs propres pour le succès du projet).

Depuis la fin des années 1990, la perception et les critères de réussite de projet ont beaucoup évolués. On trouve à la base les trois critères : coût, qualité, délais (Navarre & Schaan, 1988) que Atkinson (1999) a appelé le « Triangle de fer ».

Ces critères analysés dans toutes les publications scientifiques ont commencé à partager leur espace avec des indicateurs dits « moins scientifiques » :

- Critère de mesure de satisfaction (Wuellner, 1990)
- Critère suivant les recours légaux issus du projet (Kim, 1996)
- Critère en Santé, Sécurité, Environnement
- Critère de suivi des spécifications

### 1.4.2 Organisation des critères de mesure

La définition des critères de réussite d'un projet nécessite ensuite les outils de suivi de ces critères. Les Indicateurs Clés de Performance (ICP) ou *Key Performance Indicator* (KPI) sont une réponse pour disposer d'information claire et lisible.

La construction de ces indicateurs nécessite de trouver l'ensemble cohérent qui donnera la bonne image. Shenhar & Dvir (1997) proposent une division en quatre classes (Figure 1.8) des critères à transformer en indicateurs. Ces quatre classes se construisent sur une échelle temporelle en présentant des critères pouvant être évalués au cours du projet (Efficience du projet), rapidement à la suite de celui-ci (Impact sur le client), dans un délai de 1 à 2 ans après le projet (Succès commercial) et dans le long terme soit 4 ou 5 ans après le projet (Préparation du futur).

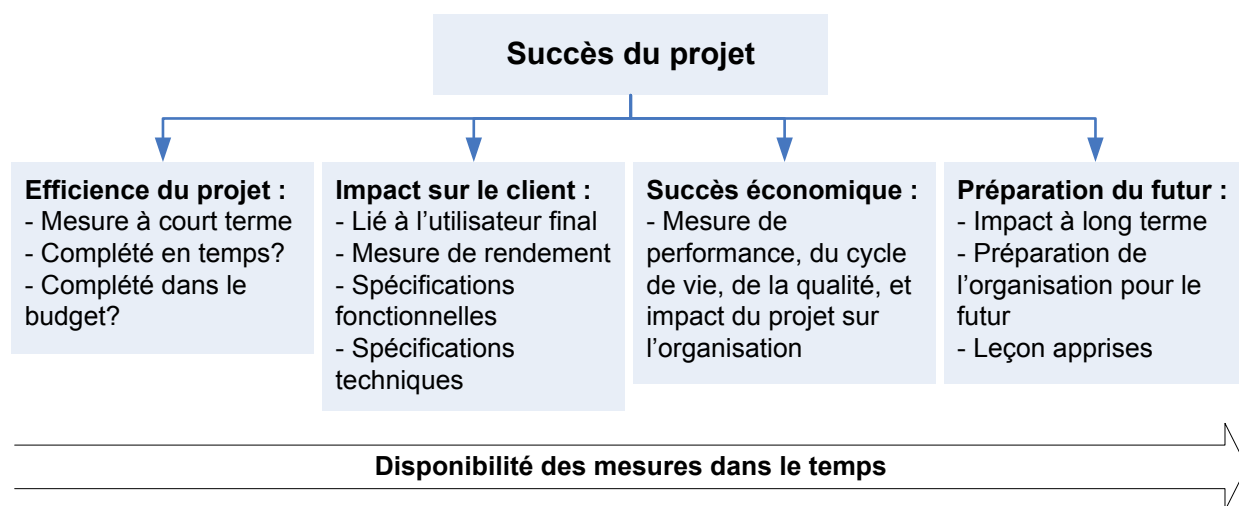


Figure 1.8 - Critères de succès de projet selon Shenhar & Dvir (1997) (traduit et adapté)

Atkinson (1999) propose lui aussi une structure temporelle (Figure 1.9) en définissant une première période avec l'exécution du projet et une seconde période post-projet. La période post-projet permettant de regrouper un éventail d'informations plus large, celle-ci est scindé en deux catégories traitant pour la première du système et pour la seconde des aspects économiques et commerciaux.

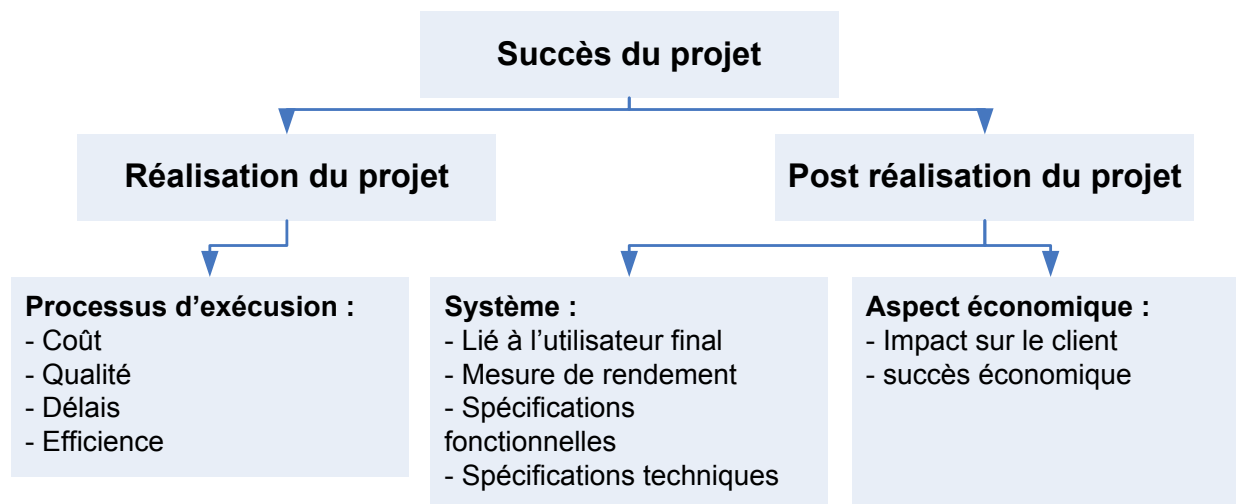


Figure 1.9 - Critères de succès de projet selon Atkinson (1999) (traduit et adapté)

Une autre vision est proposée par les auteurs Lim et Mohamed (1999) qui attendent d'un projet qu'il atteigne des critères de réussite autant dans ses aspects de réalisation et d'exécution terrain que dans une dimension globale (Figure 1.10). Ils ont construit à cet effet une structure micro-macro permettant d'avoir une vue sur plusieurs niveaux d'exécution.

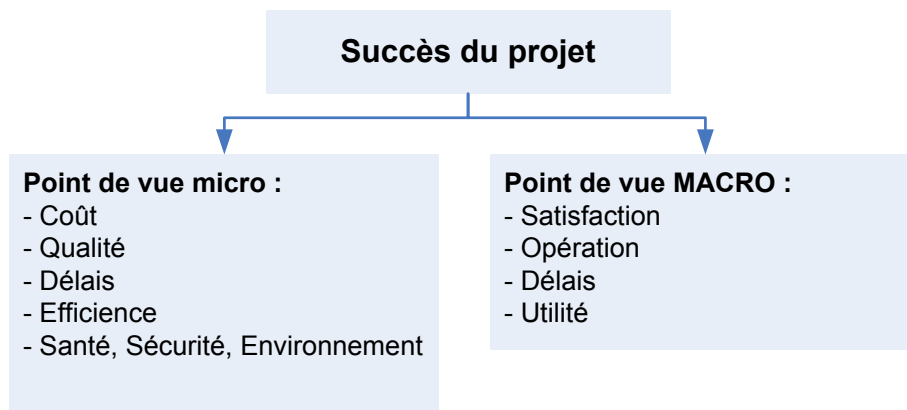


Figure 1.10 - Critères de succès de projet selon Lim et Mohamed (1999) (traduit et adapté)

Chan (2004) propose un résumé (Figure 1.11) des différents critères de succès d'un projet énoncés dans la littérature :



Figure 1.11 - Synthèse des grands critères de succès d'un projet de construction (traduit et adapté de Chan (2004))

### 1.4.3 Indicateurs de mesure au sein d'un projet

L'analyse des critères de réussite donne les premières directions permettant de construire les indicateurs de succès d'un projet. Dans cette partie, ne seront traités que les indicateurs de performance relatifs à l'exécution du projet.

Les indicateurs de performance sont dénommés Indicateurs Clés de Performance dans la littérature ou sous l'acronyme ICP (KPI ou Key Performance Indicator en anglais). Pour rentrer dans la définition d'un ICP, un indicateur doit répondre à plusieurs règles. Collin (2002) fait un résumé de ces règles :

- Les ICP doivent être focalisés sur les aspects critiques du projet, des intrants ou des extrants

- Il est important de limiter le nombre d'ICP suivis pour ne pas disperser les efforts, créer de la confusion et utiliser trop de ressources à les maintenir
- Pour être efficace, un KPI doit être utilisé de façon systématique
- La récupération des données être la plus simple possible
- Les ICP doivent être basés sur de larges échantillons pour être robustes face aux variations spécifiques au projet. Collin avance même l'intérêt de développer des indicateurs génériques pour les projets
- Les ICP doivent être acceptés et compris de toutes les personnes qui les utilisent
- Les ICP doivent être dynamiques pour pouvoir suivre l'organisation qu'ils mesurent
- La représentation graphique des ICP doit être simple, lisible et permettre une mise à jour aisée

La construction d'ICP tels que définis dans les standards de l'entreprise RTA est en accord globalement en accord avec les propositions de Collin (2002). Néanmoins, le choix de RTA de définir un ICP comme un outil de travail servant à déclencher une prise d'action dans le cas où un processus sort de sa zone de contrôle a apporté une vision différente sur quelques points :

- Pour être accepté et compris de tous, l'indicateur doit être construit par l'équipe qui l'utilise. Il ne doit pas être générique
- Un ICP doit, par des niveaux prédéfinis, déclencher automatiquement des prises d'action (dans le cadre un processus formel)
- Un indicateur utilisé par une équipe doit impérativement se trouver à l'intérieur de sa zone de contrôle ou au minimum dans sa zone d'influence pour que celle-ci soit capable de prendre action dans le cas où l'ICP indiquerait un dérapage du processus suivi

La Figure 1.12 ci-dessous présente les zones de contrôle et d'influence d'une équipe ou d'un individu. Il est possible d'identifier comme première zone : la « zone de contrôle », à l'intérieur de laquelle les possibilités d'agir sont totales ou presque. Un peu plus éloignée, se trouve la « zone d'influence » dans laquelle le groupe ou l'individu a la possibilité d'agir mais ne peut assurer un résultat et ensuite la « zone hors de contrôle » dans laquelle il est impossible d'agir.



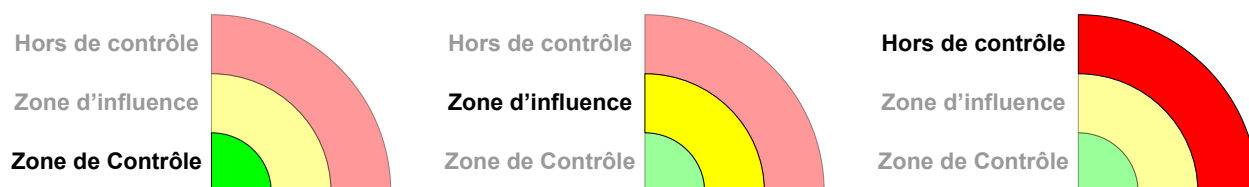


Figure 1.12 - Définition de la zone de contrôle d'un processus par une équipe

Les ICP référants à la « zone de contrôle » seront traités et utilisés en interne. Les ICP associés à la zone d'influence nécessiteront, au besoin, la collaboration avec d'autres groupes pour mener des actions et les ICP traitant de la « zone hors-contrôle » réclameront une action plus élevée dans la hiérarchie. Le *KPI Working Group* (2000) dans son rapport de janvier 2010 au ministère de la construction britannique a défini les sept groupes principaux d'ICP (Figure 1.13) qui sont utilisés pour suivre un processus de construction :

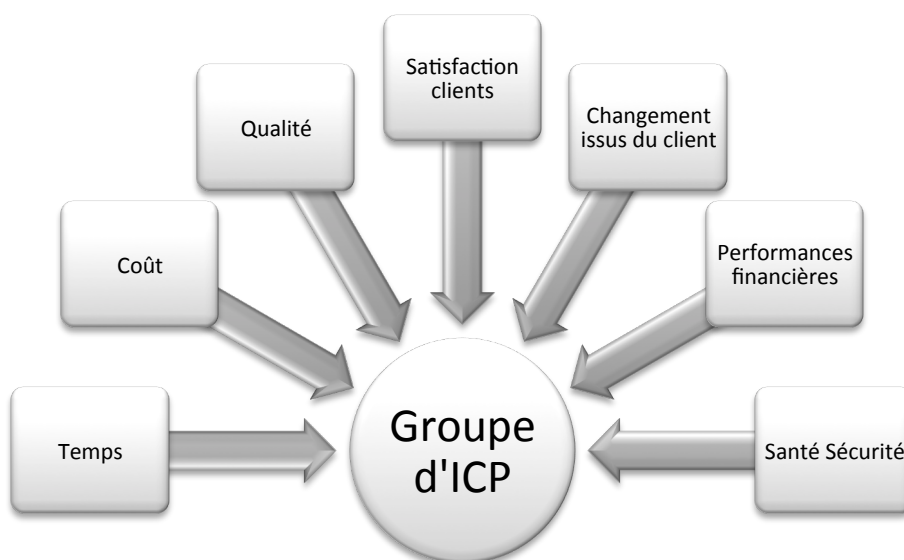


Figure 1.13 - Sept groupes d'ICP définis par le *KPI Working Group* (2000) (traduit et adapté)

Les ICP rentrant dans chacun de ces sept groupes doivent permettre de suivre les performances du projet au cours de toutes les phases d'exécution de celui-ci. Le *KPI Working Group* identifie les phases suivantes (Figure 1.14) dans l'exécution d'un projet :

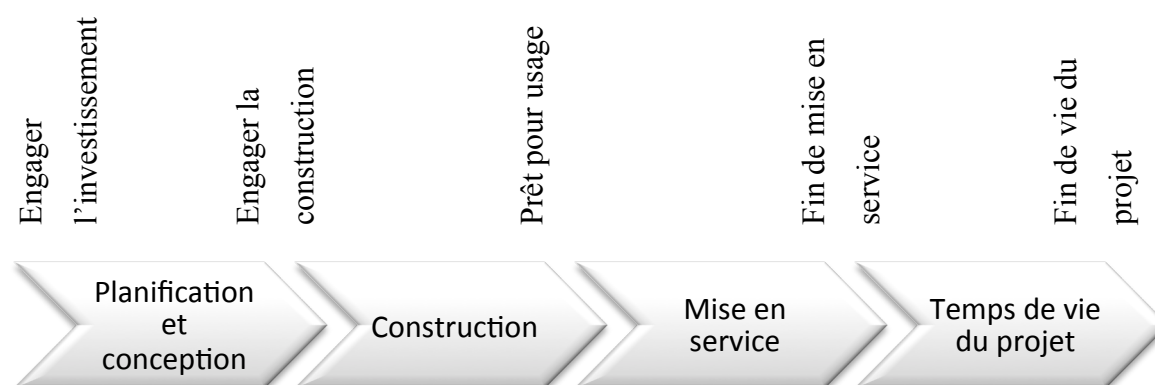


Figure 1.14 - Phase de projet selon le *KPI Working Group* (2000) (traduit et adapté)

L'utilisation d'ICP dans le cadre d'un projet de construction sert à suivre un processus en constante évolution. Dans ces conditions, il est important d'avoir un indicateur qui permettra de prendre les actions nécessaires avant que le processus n'ait trop dévié ou causé des retards sur le chemin critique. Ce fait nous amène à considérer deux types d'indicateurs :

- Indicateur Proactif (déclenchera la prise d'action avant la déviation du processus)
- Indicateur Réactif (ne sera capable de détecter le problème qu'une fois celui-ci apparu)

Pour construire des ICP proactifs, l'expérience des équipes de travail de RTA les amène à chercher des indicateurs basés sur les 6 branches du diagramme d'analyse de processus d'Ishikama (Figure 1.15).

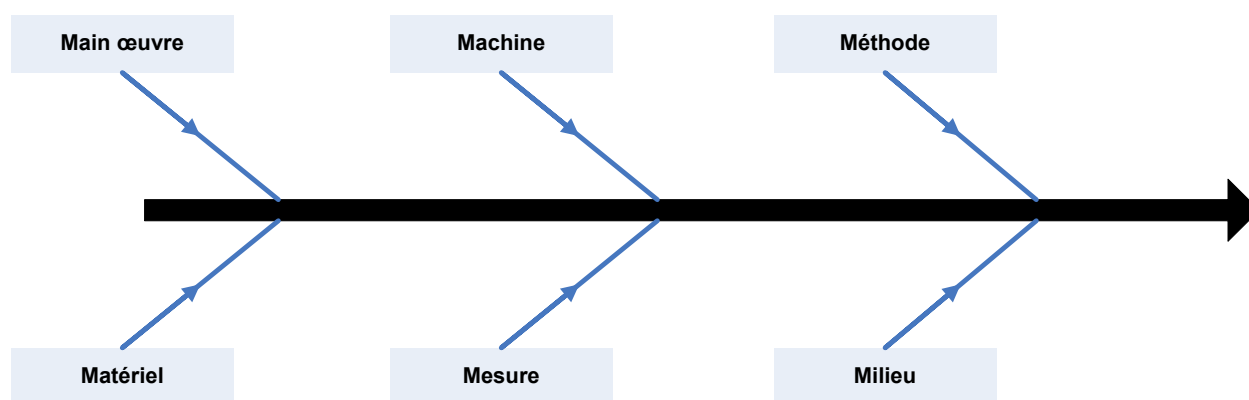


Figure 1.15 - Diagramme d'Ishikawa

## 1.5 Conclusion

La littérature scientifique, par l'intermédiaire de la revue de la littérature, nous présente le *Lean Production* et le *Lean Construction* qui sont des cultures de travail centrées sur l'élimination des gaspillages. Leur utilisation s'appuie sur la mise en œuvre d'une liste d'outils et de bonnes pratiques.

Le *Lean Production*, héritier des recherches de performances de l'industrie manufacturière, est, depuis trente ans, considéré comme la culture de travail de référence dans le secteur automobile. Cette méthode de travail, dont le succès est attesté par une littérature scientifique étoffée, s'exporte vers d'autres secteurs économiques tels que la construction.

Amené sous le nom de *Lean Construction*, cette culture de travail conserve les grands principes du *Lean Production* en s'adaptant aux particularités du secteur de la construction. Moins mature que son aîné, le *Lean Construction* grandit avec la multiplication des recherches qui lui sont consacrées et avec la diffusion de ses principes.

## CHAPITRE 2 CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Le projet de recherche présenté dans ce mémoire prend comme objet d'étude l'implantation d'une nouvelle culture de travail dans un environnement professionnel particulier : la réalisation d'un projet de construction industriel majeur. De façon à donner au lecteur de cette étude toutes les clés pour la comprendre, ce chapitre décrit le contexte dans lequel se déroule la recherche.

En premier lieu sera présentée l'entreprise Rio Tinto Alcan, client et maître d'œuvre du projet AP60. Le Projet AP60 sera alors détaillé, puis viendront ensuite la description du projet de déploiement *Lean Construction* dans le projet AP60.

### 2.1 Rio Tinto Alcan

Rio Tinto Alcan représente la branche aluminium du groupe minier anglo-australien Rio Tinto. Actuellement premier acteur mondial de la production d'aluminium, ce groupe se démarque aussi par sa technologie de pointe dont il fait la démonstration notamment au travers du projet AP60.

Alcan créé en 1902, devenu Rio Tinto Alcan en 2007, a obtenu cette position de leader sur le marché mondial de l'aluminium par une politique de rachat d'autres grands producteurs d'aluminium.

Après une centaine d'années d'innovation et de développement de ses activités dans le monde entier, Alcan tente en 1999 une fusion avec le groupe suisse Algroup et l'entreprise française Pechiney. Cette fusion sera bloquée par la Commission Européenne pour éviter une situation de monopole. C'est l'année suivante qu'Alcan rachètera Algroup et en 2003 qu'il achètera Pechiney.

En 2007, lors d'une tentative d'OPA du groupe producteur d'aluminium américain Alcoa, Alcan accepte une contre OPA de la part du groupe minier Rio Tinto. De cette acquisition naîtra le groupe Rio Tinto Alcan qui devient le premier producteur d'aluminium dans le monde. Les principaux concurrents actuels de Rio Tinto Alcan sont le groupe américain Alcoa et le groupe russe Rusal.

Rio Tinto Alcan tire actuellement une part très importante de sa production d'aluminium de première fusion dans la région du Saguenay/Lac-St-Jean au Québec (1 067 000 Tonne en 2011 pour une production totale de 1 866 000 Tonne en Amérique du Nord en 2011 (Rio Tinto Alcan, 2012)).

L'entreprise y possède quatre alumineries :

- Alma : entrée en opération en 2000
- Lattèrière : entrée en opération en 1989
- Grande-Baie : entrée en opération en 1980
- Arvida : entrée en opération en 1926

## 2.2 Le Projet AP60

Le Projet AP60 de Rio Tinto Alcan doit permettre de démontrer la technologie éponyme à travers la construction d'une usine pilote (Figure 2.1). Cette construction est une construction neuve sans utilisation ou rénovation d'installation préexistante à l'exception d'un bâtiment administratif.



Figure 2.1 - Vue aérienne du chantier de construction AP60 le 20/05/2012 (source RTA)

La première phase du projet, qui se déroule jusqu'à décembre 2012, a pour objectif la livraison sécuritaire d'un démonstrateur de la technologie AP60 au coût minimum dans un échéancier réaliste avec une première sortie de métal prévue durant le premier trimestre 2013.

Cette phase sera possiblement suivie d'une seconde destinée à étendre les capacités de production de métal de la part de Rio Tinto Alcan une fois que la technologie AP60 sera stabilisée.

### **2.2.1 Le projet en chiffres<sup>6</sup>**

Le projet AP60 représente un investissement de 1,2G\$CAD pour RTA. La future aluminerie comprendra, dans sa phase 1, un nombre total de 38 cuves d'électrolyse de technologie AP60 pouvant produire quotidiennement 4 tonnes d'aluminium chacune pour une production annuelle de 60kTonne. A terme, l'aluminerie complète devrait contenir 272 cuves d'électrolyse pour une production annuelle d'environ 400kT.

La réalisation de ce projet aura mobilisé jusqu'à 1 300 ouvriers simultanément sur le chantier de construction et 194 personnes travaillant pour la firme d'ingénierie (SLH) et le maître d'œuvre (RTA), l'ensemble dans un environnement sécuritaire avec une fréquence de blessures consignables de 0,4 par 200 000 heures travaillées.

---

<sup>6</sup> Source : Guide de presse Rio Tinto Alcan (2012)

### 2.2.2 Déroulement

La réalisation du projet AP60 de RTA s'est effectuée de 2006 à fin 2012 pour permettre la production du premier métal au cours du 1<sup>er</sup> trimestre 2013. La Figure 2.2 ci-dessous retrace les étapes majeures du projet.

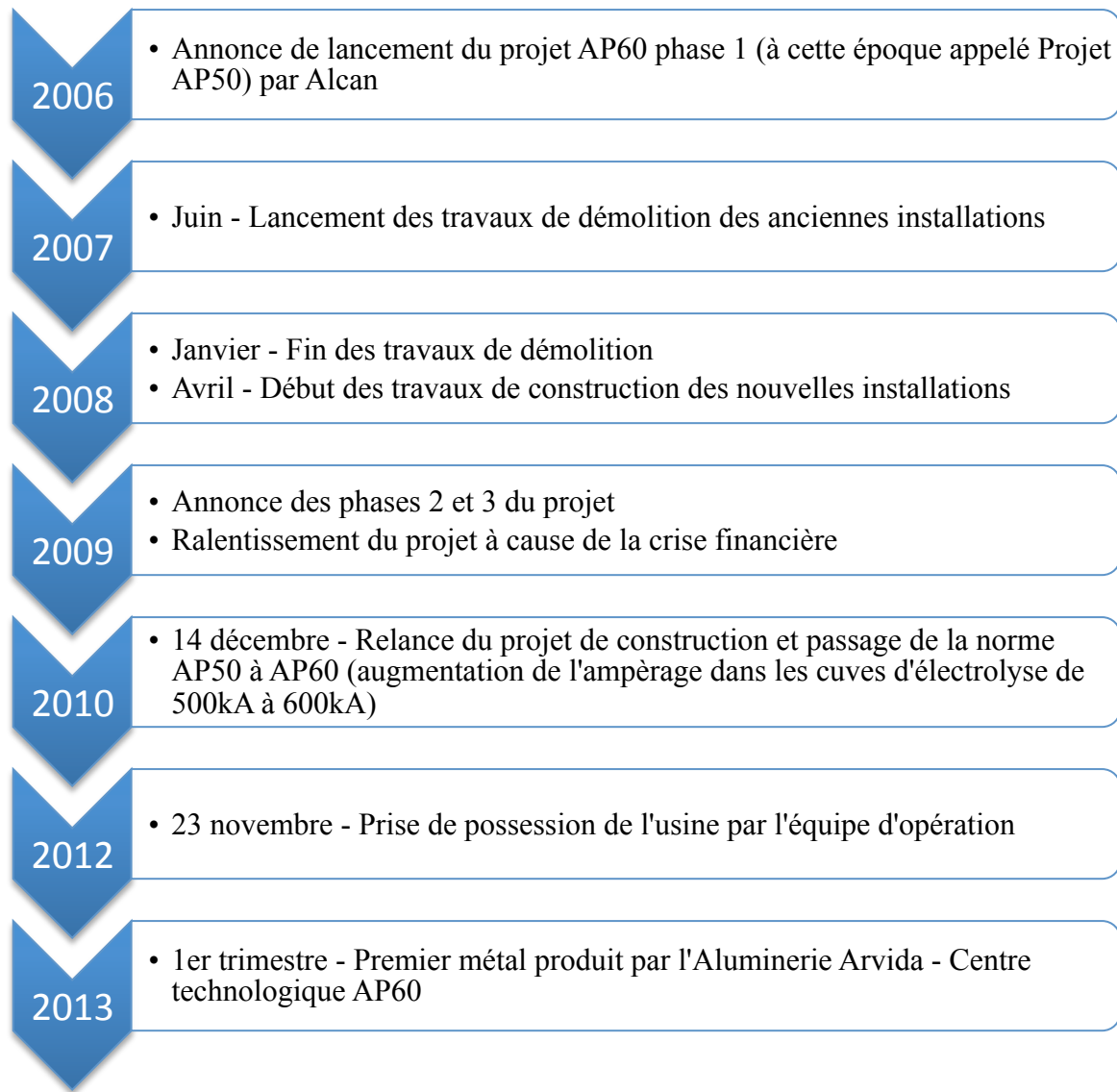


Figure 2.2 - Étapes majeures du Projet AP60

Un délai d'exécution aussi long est assez rare pour ce type de projet industriel. Dans le cas du projet AP60, il est imputable à un ralentissement du projet en 2009-2010 pendant la crise financière.

### 2.2.3 Technologie

La technologie AP60 est une technologie Aluminium Pechiney (AP) basée sur le procédé Hall-Hérault (AP Technology, 2012) utilisé depuis plus de 100 ans dans la production industrielle d'aluminium.

Développée depuis les années 1980, la technologie AP se place aujourd'hui comme la technologie d'électrolyse la plus avancée et la plus compétitive à l'échelle mondiale.

Un consortium constitué par les entreprises SNC-Lavalin et Hatch (SLH) a été choisi comme firme d'ingénierie dans le cadre de la réalisation de ce projet de construction qui présente de très grands défis techniques ainsi que des attentes très élevées en termes de propriété intellectuelle et de qualité.

### 2.2.4 Culture et valeurs

#### **Santé Sécurité Environnement**

Rio Tinto Alcan, par la voie de ses directeurs et gestionnaires, montre un très grand attachement aux valeurs de Santé, Sécurité, Environnement (SSE).

Cet engagement à protéger la santé et la sécurité des personnes (personnel, visiteurs et riverains) et la qualité de l'environnement dans lequel ils évoluent sont matérialisés par des chartes, des procédures et des formations.

Cette philosophie est communiquée dès l'arrivée sur le projet par le slogan sans compromis qui se retrouve sur de très nombreuses affiches :

**0 blessure par choix, moi j'y crois**

L'idée centrale de cette philosophie se concentre sur l'identification des risques dans le but de les supprimer ou, si cela n'est pas possible, de s'en protéger en ayant identifié toutes les sources probables de danger.

La recherche d'un très bon niveau de performance en termes de santé-sécurité environnement se fait, pour une grande partie, par l'adhésion des travailleurs et de tous les personnels à une philosophie de SSE forte. Dans cette optique, des campagnes de communication sont menées sur



le chantier de construction pour continuer de sensibiliser, en plus de la journée d'accueil, les personnels aux bonnes pratiques SSE.

Tous ces efforts ont permis de réduire le taux d'accident à une fréquence de 0,4<sup>7</sup> par 200 000h travaillées et à constater l'absence de blessure grave. Ces résultats sont à comparer à ceux des précédents projets de construction de RTA<sup>8</sup> dans la région du Saguenay-Lac Saint Jean avec lesquels on peut observer une division par 50 de la fréquence d'accident depuis la fin des années 90.

Ce travail et ces résultats traduisent le leadership mis en place autour de ces thèmes au sein du projet qui s'est matérialisé par un changement de culture des parties prenantes de la construction de l'usine. L'atteinte de ce résultat doit beaucoup à l'intégration de ces nouveaux standards SSE dès le début du projet.

### **Protocole de sécurité et propriété industrielle**

Compte tenu de la portée stratégique du projet de construction de l'usine pilote AP60 de Jonquière pour Rio Tinto Alcan, un très grand soin est apporté au protocole de sécurité sur le projet, au contrôle de l'information et de la circulation des personnes et à la protection de la technologie AP.

## **2.2.5 Le cadre IAGC**

Le projet AP60 est mené dans le cadre d'un contrat IAGC<sup>9</sup> entre RTA et SLH. Cet élément juridique est à l'origine de toute l'« infrastructure de gestion » du projet. Dans cette partie, le

---

<sup>7</sup> Source : service SSE RTA du Projet AP60

<sup>8</sup> Voir ANNEXE F - Évolution des performances SSE dans les constructions des nouvelles installations RTA au Saguenay-Lac Saint Jean

<sup>9</sup> IACG : Ingénierie, Approvisionnement et Gestion de la Construction (EPCM en anglais pour Engineering, Procurement and Construction Management)

chercheur définit le contrat de type IAGC et pendant le contrat de type IAC<sup>10</sup>. Il présente ensuite l'influence de cet élément juridique sur l'étude.

Dans le cadre de ce mémoire lié au projet AP60 de RTA, les termes « maître d'œuvre » et « client » font référence à Rio Tinto Alcan représenté par son équipe travaillant au Projet AP60. Les termes « firme d'ingénierie » et « représentant du maître d'œuvre » représentent quant à eux le consortium SNC-Lavalin/Hatch.

#### **2.2.5.1 Définition d'un contrat IAGC**

Pour la construction de son usine pilote AP60, Rio Tinto Alcan a choisi d'assurer la responsabilité de l'exécution. Pour cela, une firme d'ingénierie a été engagée, chargée d'assurer la réalisation de l'ingénierie du projet, les approvisionnements et d'agir en tant que représentant du maître d'œuvre (RTA) sur le chantier. Toutes ces activités restent sous la supervision de RTA qui conserve la responsabilité et la maîtrise du projet.

Ce type d'organisation, dans le cadre d'un projet, se matérialise par un contrat de type IAGC entre le maître d'œuvre et la firme d'ingénierie qu'il choisit. Ce type de contrat permet au maître d'œuvre, de conserver le contrôle sur l'ingénierie et la construction de son produit (usine pilote AP60), mais il en assure aussi les risques en termes financier, de faisabilité ainsi que le coût de toutes les modifications qu'il souhaite effectuer au cours du projet et la responsabilité d'exécution des travaux (incluant les aspects SSE) ; tout en confiant à une compagnie spécialisée dans l'ingénierie et la construction (Consortium SLH) la charge de le représenter et de mettre à sa disposition l'expérience et le personnel nécessaires à la réalisation ce type de projet.

L'exécution de la construction est réalisée par des entrepreneurs sous contrat avec le maître d'œuvre gérés par l'intermédiaire de son représentant SLH. Ceux-ci emploient eux-mêmes leurs ouvriers auprès des syndicats de la construction.

Du fait de l'organisation du projet, le bureau du projet situé à Montréal accueille et fait travailler sur le même lieu des personnels des firmes d'ingénierie Hatch et SNC-Lavalin (SLH) et du maître d'œuvre Rio Tinto Alcan.

---

<sup>10</sup> IAC : Ingénierie, Approvisionnement et Construction (EPC en anglais pour Engineering, Procurement and Construction)

A contrario d'un contrat de type IAGC, le contrat IAC (Ingénierie, Approvisionnement et Construction) donne à la firme d'ingénierie le rôle de maître d'œuvre et la responsabilité du projet de construction selon un cahier des charges prédéfini pour un prix fixe payé par le client. Ce type de contrat, communément appelé « clé en main », ne laisse que peu de marge de manœuvre au client en échange de l'exonération des risques.

Le Tableau 2.1 ci-dessous donne une partie des éléments permettant de choisir entre un contrat de type IAGC et un contrat de type IAC pour la réalisation d'un projet de construction.

Tableau 2.1: Élément de choix d'un contrat IAGC ou IAC

<b>Condition de choix d'un contrat IAGC ou IAC</b> Source : cours Polytechnique Montréal IND6139	<b>Contrat IAGC</b>	<b>Contrat IAC</b>
Niveau d'expertise et expérience de l'entreprise cliente pour ce type de projet.	Élevé	Faible
Volonté du client de composer avec les risques du projet et de les absorber	Élevé	Faible
Besoin du client de conserver la maîtrise des décisions tout au long du projet	Élevé	Faible
Niveau de détail de la définition de l'envergure et des exigences au début du projet	Faible	Élevé

### 2.2.5.2 Influence sur l'étude

L'introduction de la philosophie *Lean* et de nouveaux outils dans le cadre d'un projet de construction sous forme de contrat IAGC est peu courante et non-documentée dans la littérature scientifique. Tous les cas documentés présentent des projets de construction fonctionnant dans le cadre de contrat IAC dans lesquels l'entreprise réalisant la maîtrise d'œuvre assure aussi les risques du projet pour un prix fixe facturé au client.

Dans le cas d'implantation étudiée dans de ce mémoire, la volonté de déploiement de Centre d'Information est une volonté du maître d'œuvre. Celui-ci doit, en plus du développement de ses

nouvelles méthodes de travail, réussir à convaincre son représentant sur le chantier de participer à cette expérimentation alors que celle-ci ne fait pas partie du PCMO négocié dans le cadre du contrat IAGC entre le maître d'œuvre et son représentant.

L'engagement de la firme d'ingénierie, au côté du maître d'œuvre, apparaît comme l'un des éléments nécessaire à la réussite de cette expérimentation compte tenu du rôle central que celui-ci occupe dans le Projet et de l'importance de ses équipes comparée aux équipes du client (rapport de l'ordre de 1 à 10). Une implantation réussie avec la firme d'ingénierie aura un impact bénéfique sur la totalité des entrepreneurs agissant sur le chantier.

La participation au projet d'une firme d'ingénierie représentant le maître d'œuvre sous la forme d'un consortium de deux entreprises différentes constitue un élément facilitant, cette organisation étant synonyme d'une culture d'entreprise moins forte et d'une plus grande ouverture dans les modes de gestion employés.

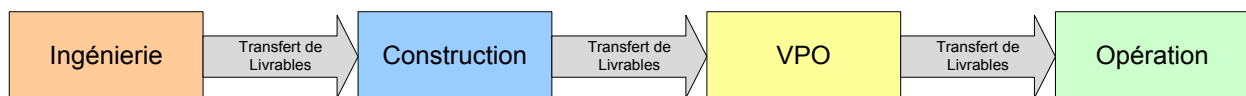
## 2.2.6 Fonctionnement du Projet AP60

Le Projet AP60 est une organisation temporaire multiple très dynamique, de grande envergure et faisant travailler ensemble un nombre important d'acteurs, tant au niveau entreprise (maître d'œuvre, firme d'ingénierie, entrepreneurs, sous-traitants, fournisseurs,...) que salariés (jusqu'à 1600 personnes simultanément – tout corps de travail confondu).

Cette partie fournit des informations sur le fonctionnement de cette organisation.

### 2.2.6.1 Une organisation multiple et temporaire et en perpétuelle évolution

Un projet de construction technique tel que le projet AP60 se déroule en plusieurs phases inter-reliées (Figure 2.3) mais présentant des défis, des équipes et des modes de fonctionnement différents.



VPO : Vérifications Pré-Opérationnelles

Figure 2.3 - Phases successives du projet de construction

Chacune de ces phases présente ses propres particularités en termes d'approche du projet, du site de construction, des résolutions de problèmes et de la culture.

Le Tableau 2.2 ci-dessous présente la manière de codifier et d’appréhender un projet de construction au cours des différentes phases. Chacune de ces approches est adaptée à l’exécution des activités de chacune des phases mais pose des défis importants dans la coordination entre les différentes phases.

Tableau 2.2: Lecture du projet suivant les différentes phases

<b>Phase du projet</b>	<b>Regard et vision du projet</b>
Ingénierie	L’ingénierie organise le projet en termes de disciplines et de contrats. L’ingénierie du projet s’organise autour d’études mécaniques, civiles, électriques, ... Chaque discipline est ensuite divisée par contrats. La coordination entre les différentes disciplines s’effectue par secteur (Électrolyse, Carbones, Sous-Station électrique).
Construction	L’équipe de Construction appréhende le Projet par disciplines et contrats regroupés ensuite par secteur à l’image de l’ingénierie mais rajoute deux dimensions supplémentaires : la localisation et l’entrepreneur chargé des travaux.
VPO	L’équipe de VPO divise le chantier en lots de réception mécanique regroupant chacun plusieurs équipements. Chacun de ces équipements doivent être testés pour être transférés à l’équipe d’Opération.
Opération	L’équipe d’Opération organise la future usine qu’elle sera amenée à opérer par système. Chacun de ces systèmes constitue un élément opérable de la future usine.

La coordination entre les équipes d’Ingénierie et de Construction demandera à l’équipe de Construction, en plus de transmettre ses exigences (date, format, qualité,...), de s’assurer que l’équipe d’Ingénierie comprend comment sera exécutée la construction.

L’écart le plus important se trouve entre les phases de Construction et de VPO. La vision du chantier passe du concept de travaux gérés par discipline et contrat à l’activité de test à vide

d'équipements. Ces équipements, pour leur construction et mise en place, portent sur plusieurs disciplines de construction et plusieurs contrats (un équipement va nécessiter des travaux électriques et hydrauliques pour l'alimenter, mécaniques pour le mettre en place, civils pour réaliser son support d'installation,...). Pour pouvoir débiter la phase de VPO d'un équipement, chaque activité de construction d'un équipement doit être complétée. La différence de mode de suivi des activités complique fortement le suivi du processus de transfert progressif des systèmes entre les deux phases de projet.

La connexion entre les phases de VPO et d'Opération présente les mêmes caractéristiques qu'entre les phases d'Ingénierie et Construction. Le passage d'une vision d'équipements à celle de systèmes n'est pas très éloigné. Le principal besoin réside dans la coordination entre les deux équipes ainsi que la compréhension, de la part de l'équipe VPO, de la stratégie d'exécution répondant aux exigences de l'équipe d'Opération.

Le cadre du projet amène aussi la collaboration entre différentes entreprises et différents acteurs. On retrouve sur le Projet AP60 les groupes de travail suivants : (liste non exhaustive)

- Client (RTA) Gestion de projet – SSE – AP Technologie
- Représentant du Maître d'œuvre (SLH)
- Entrepreneurs
- Sous-traitants
- Fournisseurs

Il est possible d'observer un projet de construction tel que la réalisation d'une usine sous la forme d'une matrice à trois dimensions (Figure 2.4) dans laquelle on trouve les différentes phases du projet, les différents acteurs du projet et les différentes dimensions du projet (coût, qualité, délais, ...).

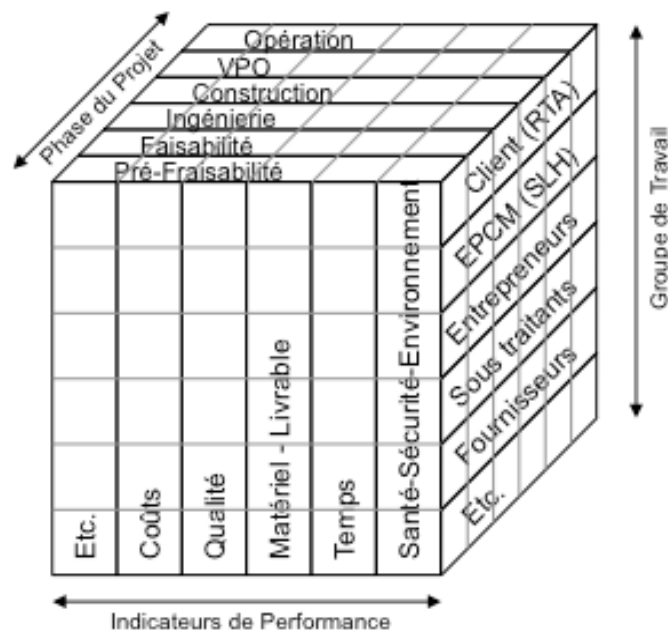


Figure 2.4 - Représentation des dimensions du projet potentiellement concernées par l'introduction du Lean Construction (inspiré de *KPI Working Group* (2000))

### 2.2.6.2 Un projet géré suivant une organisation matricielle

Le projet dans lequel se déroule cette étude utilise une organisation matricielle (Figure 2.5). Les deux dimensions exprimées dans cette matrice sont :

- Les fonctions :

Les fonctions regroupent toutes les activités du projet depuis celles attachées aux phases du projet jusqu'aux fonctions support (Approvisionnement, SSE, Contrôle de projet, Contrôle de document).

À chacune de ces fonctions est attachée une direction qui a pour principale mission d'assurer le respect des procédures de travail détaillées dans le PCMO.

- Les secteurs :

Les secteurs se caractérisent comme des projets à l'intérieur du projet. Cinq secteurs sont identifiés dans le cadre de la construction d'une aluminerie. Dans le cas présent, ils sont regroupés pour former deux secteurs principaux : Électrolyse et Haute Tension/Moyenne Tension puis Carbone, Coulée et Automatisation.

Travaillant sur des zones géographiques différentes pour réaliser la construction d'éléments indépendants de la future aluminerie, les secteurs fonctionnent de manière quasi indépendante les uns des autres en utilisant les ressources des différentes fonctions.

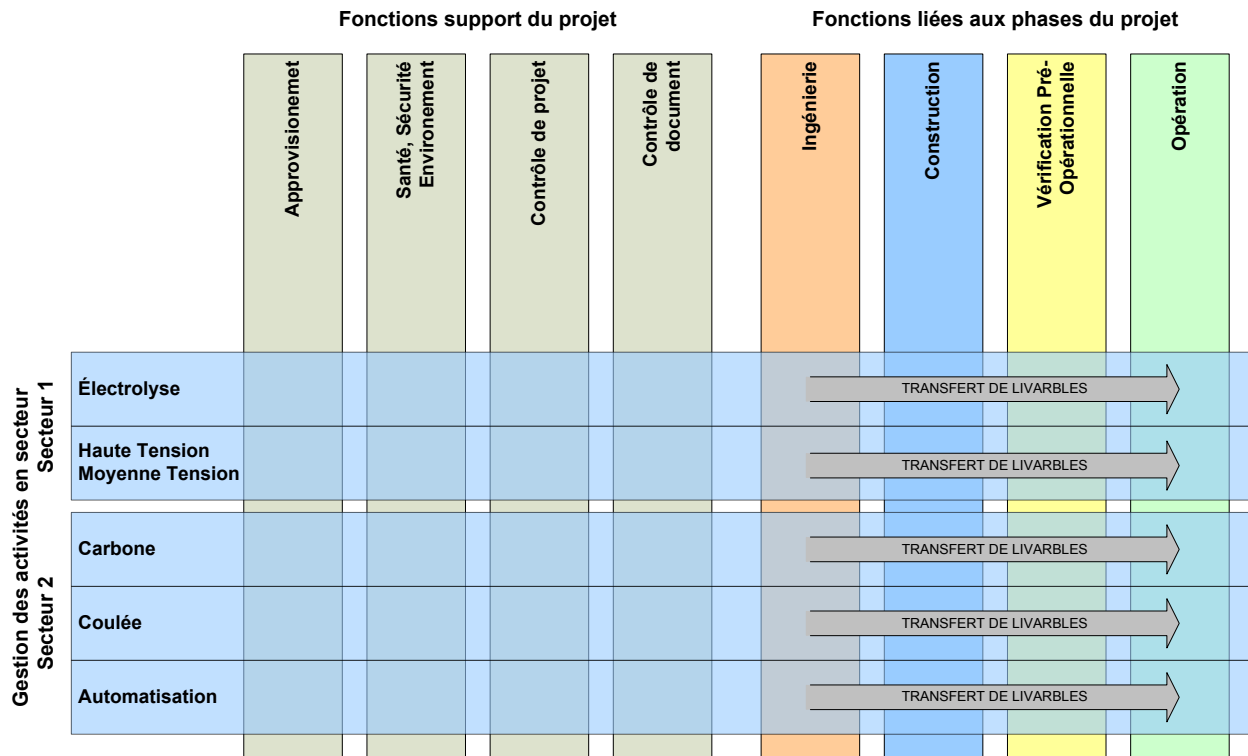


Figure 2.5 - Organisation matricielle de gestion du projet

Suivant le fonctionnement du contrat IAGC, les postes de direction des différents secteurs et fonctions sont doublés. Chaque direction est assurée par un membre de l'équipe du maître d'œuvre et un membre de l'équipe du représentant du maître d'œuvre. Cette organisation crée des postes « miroirs » au niveau desquels sont partagées les responsabilités entre le maître d'œuvre et son représentant.

### 2.3 Déploiement de la culture *Lean* sur le chantier du Projet AP60

L'introduction et l'adaptation de la philosophie *Lean* au Projet AP60 sous une forme *Lean Construction* est un processus discontinu faisant intervenir de nombreuses parties prenantes. L'évolution de l'introduction de cette philosophie et l'implantation des outils permettant de la



construire a suivi le rythme de l'appropriation et de compréhension des parties prenantes. Ce processus a été largement influencé par l'évolution du projet.

Le déploiement de la culture *Lean* et la mise en place du *Lean Construction* sur les chantiers de construction constituent un objectif stratégique à long terme, un changement de culture ne pouvant s'effectuer en une seule année. Suivant cette idée, l'implantation au Projet AP60 de Centres d'Information constitue la première étape. Cette recherche se concentre principalement sur la réalisation et sur l'étude de cette première étape.

### **2.3.1 Contexte de l'implantation de la philosophie *Lean* au chantier AP60**

La Direction RTA du Projet AP60 a fait le choix de la philosophie *Lean* et des outils qui y sont associés pour construire l'expérimentation de nouvelles méthodes de travail dans le secteur de la construction et de la gestion de projet. À cette fin, la direction du projet a constitué une équipe dédiée à ce projet. La philosophie *Lean* et les outils qui en découlent ont été implantés à la fois avec l'équipe chargée d'opérer la future usine et avec celle de construction sur le chantier.

L'implantation de la philosophie *Lean* au chantier de construction AP60 est arrivée à une période particulière du projet (Figure 2.6). Pour assurer son succès, une attention particulière a été portée au périmètre donné à ce déploiement et à l'acceptation de ce projet par les équipes. Cette attention s'est portée particulièrement sur la prise en compte des différences qui existent entre le secteur industriel et le secteur de la construction. Ces différences ont influencé grandement la stratégie d'implantation et les outils choisis.

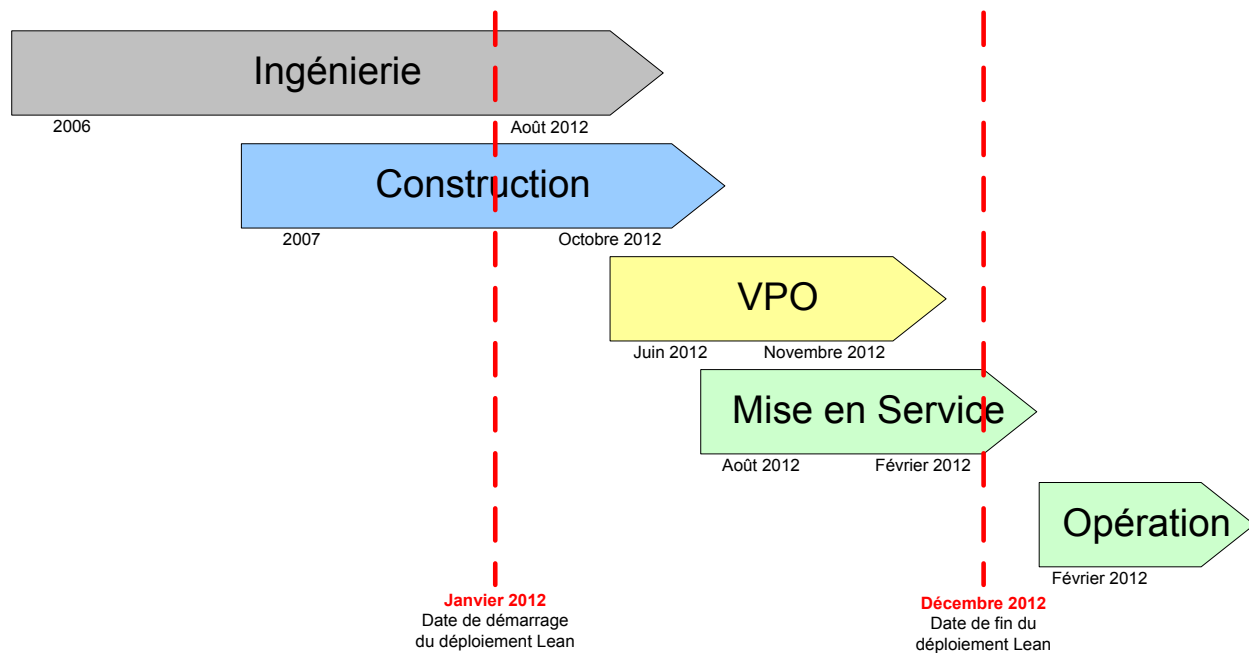


Figure 2.6 - Contexte du déploiement des Centres d'Information

### 2.3.2 Objectif du déploiement *Lean*

Dans le cadre d'un projet, qui a, par essence, une durée limitée, il est très important de définir l'objectif de la mission concernée. Durant le temps du projet, les nouveaux outils, ou la nouvelle culture de travail, doivent être déployés, atteindre leur phase de maturité et permettre d'obtenir des gains.

Dans le cas du Projet AP60, la nouvelle culture de travail qui est souhaitée consiste à développer un flux tiré (Figure 2.7) entre les différentes phases restantes du projet. Ce flux tiré doit construire et être visible par l'intermédiaire de Centres d'Information qui sont déployés à cet effet.

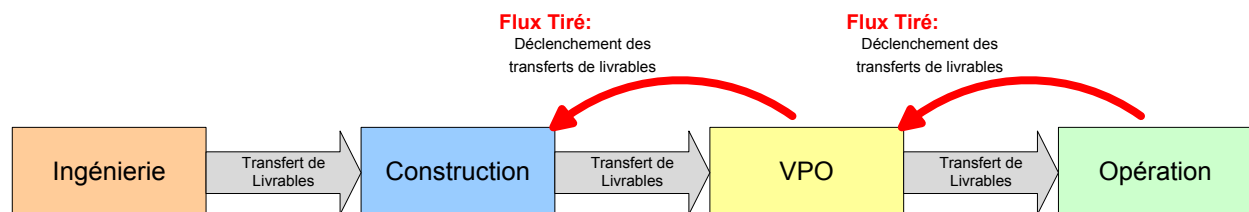


Figure 2.7 - Mise en place d'un flux tiré entre différentes phases du projet

Les Centres d'Information mis en place doivent entre autre permettre de :

- i. Faire voir le processus et les alignements à effectuer

L'utilisation d'un Centre d'Information et son déploiement résultent d'un processus d'équipe qui vient chercher la réflexion et l'engagement de chacun des membres. Lors de cette phase, l'équipe est amenée à se questionner sur son processus de travail, ses tenants et aboutissants ainsi que le moyen de les garder en contrôle et les faire évoluer.

C'est à l'occasion de cet exercice que l'équipe va construire le Centre d'Information qui représente son processus. Il est donc possible de visualiser le processus de l'équipe, d'en suivre les éléments clés et de les identifier. Cette vitrine fait aussi apparaître les éléments discordants du processus pour amener leur alignement.

Cette caractéristique de mise en valeur des éléments à aligner est particulièrement intéressante dans le cadre d'un projet de construction où les processus sont extrêmement dynamiques et où il existe de nombreuses «zones grises», principalement dans le processus de transfert de propriété des équipements et systèmes de l'usine de l'équipe Construction vers l'équipe VPO puis l'équipe d'Opération.

- ii. Générer des actions

Une fois le processus mis au clair et présenté sur le Centre d'Information, les indicateurs et mécanismes de suivi de contrôle du processus doivent permettre de prendre action et adresser les problèmes et irritants soulevés. Ce processus doit aussi fonctionner pour clarifier et adresser les « zones grises » identifiées comme devant être alignées.

La prise d'action intervient comme suite logique du suivi de processus. Il est important de travailler sur la sensibilité que va avoir le Centre d'Information pour déclencher la génération d'une action. Celui-ci doit être assez sensible pour ne pas laisser déraiper le processus mais ne doit pas « sonner l'alerte » pour une fluctuation passagère.

La définition de ces limites constitue une difficulté dans le cadre d'un projet de Construction où le processus de travail est très dynamique et les variations très importantes, contrairement au secteur industriel où le temps d'opération d'un équipement (plusieurs années) pour une tâche particulière permet de rechercher l'optimisation et la réduction des variations.

L'information qui permettant de générer des actions doit tenir compte du niveau de contrôle du processus détenu par l'équipe utilisant le Centre d'Information. Il est aussi important de s'assurer que le déclenchement d'une prise d'action se réalise à un endroit unique pour un problème donné pour s'assurer que la même analyse de problème et la prise d'actions ne soient réalisés deux fois.

### iii. Développer un contexte de communication

Les systèmes d'information actuelle donnent accès à un très grand nombre d'informations mais, paradoxalement, cette abondance éloigne ou complique l'accès à l'information essentielle qui indique si le processus se trouve en contrôle ou non.

Il est alors important d'identifier, à l'intérieur de toute l'information disponible, l'information pertinente au suivi du processus. Cette information doit relever d'éléments sous le contrôle de l'équipe présente.

Cette information doit permettre de communiquer à toutes les personnes intéressées les informations qui leur permettent de réaliser leur tâche ou qui au contraire les obligent à modifier leur plan de travail. Cette communication doit se construire sous une forme bidirectionnelle à l'intérieur de la rencontre autour du Centre d'Information. La parole est donnée à chacune des personnes présentes pour leur permettre de s'exprimer sur l'information qui est sous leur responsabilité et expliquer ce qu'elle représente.

D'un point de vue global, la communication se trouve dirigée pour permettre à celle-ci de s'exercer horizontalement entre les différents silos (Construction, VPO, Opération) par l'intermédiaire de la mise en place du flux tiré et verticalement par la mise en place d'un Centre d'Information de direction pour le projet dans sa globalité (où sont présents les Directeurs de chacune des équipes du chantier). Il est alors possible d'escalader les craintes ou problèmes nécessitant une intervention de la haute direction par l'intermédiaire de ce canal de communication.

### iv. Accompagner et formaliser la résolution de problèmes

Le déclenchement de prise d'actions et le contexte de communication créé à l'intérieur du Centre d'Information doivent permettre de lancer un processus de résolution de problèmes. Ce processus débute par la recherche des personnes qui vont mener ce processus, le contexte de communication permet d'être sûr d'inclure dans le processus tous les joueurs concernés.

L'accompagnement et la formalisation de la résolution de problèmes s'attachent, pour une part, à rechercher et adresser les causes fondamentales d'un problème et s'assurer que celui-ci ne revienne plus. Cette solution permet de s'écarter de la résolution de problèmes ne s'attachant qu'à la gestion des conséquences et qui ne cherche pas à résoudre le problème.

La résolution d'un problème doit se faire au travers d'un processus robuste qui s'assure que les solutions trouvées pour adresser les causes fondamentales sont appropriées et fonctionnent. Cette assurance peut uniquement se trouver dans un suivi des contres mesures mises en place. La réalisation de ce suivi est visible dans le Centre d'Information.

Le cycle de Deming (Figure 2.8) présente le processus que doit suivre une résolution de problème. De façon à assurer la conservation des gains dans le temps, il est impératif de mettre en place des standards de travail issus des résolutions de problème.

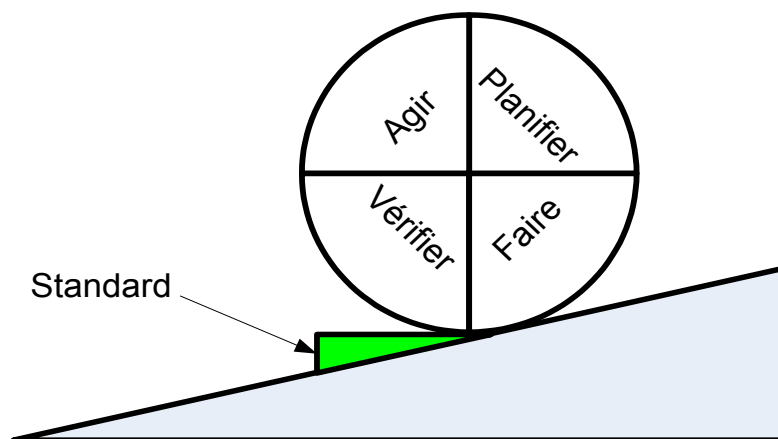


Figure 2.8 - Cycle de Deming

### 2.3.3 Plan d'action

Le plan d'action du déploiement *Lean* doit permettre d'organiser le flux tiré (voir Figure 2.9 ) souhaité entre les différentes équipes et mettre en place la structure des Centres d'Information du projet AP60 qui servira de support pour la création, l'implantation, le suivi et la fermeture du flux tiré.

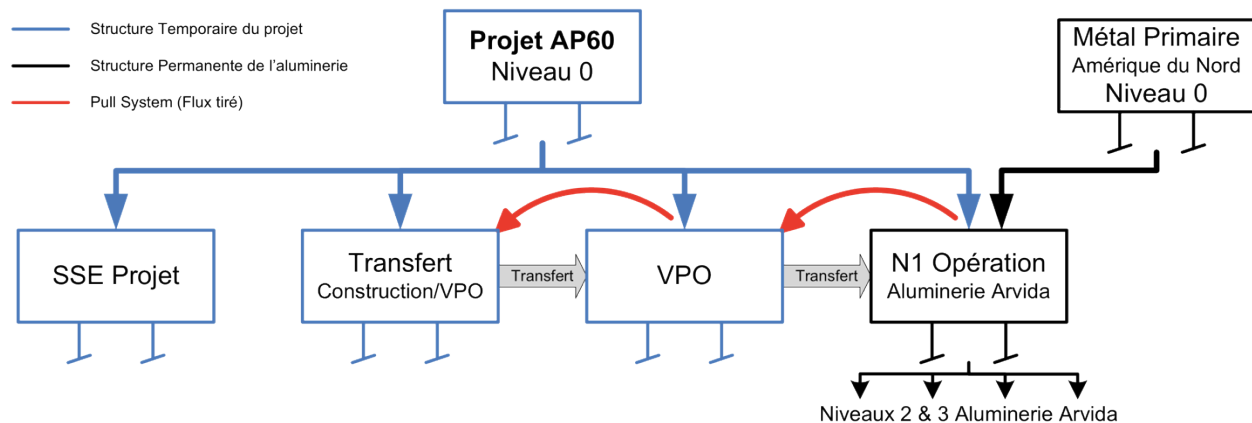


Figure 2.9 - Structure des Centres d'Information au Projet AP60

Le plan d'action mis en œuvre (voir Figure 2.10) pour réaliser le déploiement de la culture *Lean* sur le chantier du Projet AP60 suit le processus d'évolution par phase du projet. Premier changement de phase à avoir lieu dans le cadre de ce déploiement, le transfert des équipements de l'équipe de Construction vers l'équipe de VPO est le premier à être pris en charge. La mise en place du flux tiré et la construction du Centre d'Information servant d'interface entre les deux équipes doivent être exécutées avant le début des activités de réception mécanique (activités qui terminent le processus de transfert entre l'équipe Construction et l'équipe VPO).

Cette condition a pour but de régler l'organisation des échanges entre les deux équipes alors que la charge de travail de l'équipe en aval commence à arriver. Il est alors possible de réserver du temps pour ce type d'activité. Une fois à pleine charge de travail, le système de gestion doit être robuste et ne plus nécessiter que des aménagements mineurs.

Dans un second temps, vient la construction du flux tiré pour la gestion des transferts depuis l'équipe de VPO vers l'équipe d'Opération. Il s'agit de la même équipe que celle qui sera chargée de mettre en service l'usine. Cette mise en place présentera une différence notable, à savoir que l'équipe d'Opération, formée depuis plusieurs mois, utilise déjà un Centre d'Information pour gérer ses activités. La visibilité du flux tiré ne se fera pas dans un nouvel espace de coordination mais à l'intérieur du Centre d'Information que l'équipe VPO a bâti pour gérer ses activités. Des représentants de l'équipe d'Opération viendront partager dans ce forum leurs exigences vis à vis du processus de transfert et récupérer les informations leur permettant de conduire les activités de l'équipe d'Opération.

Le déploiement d'un Centre d'Information Niveau 0 vient compléter l'architecture par le haut pour permettre la remontée des craintes hors de la zone de contrôle des équipes et créer un forum rassemblant toutes les phases du projet.

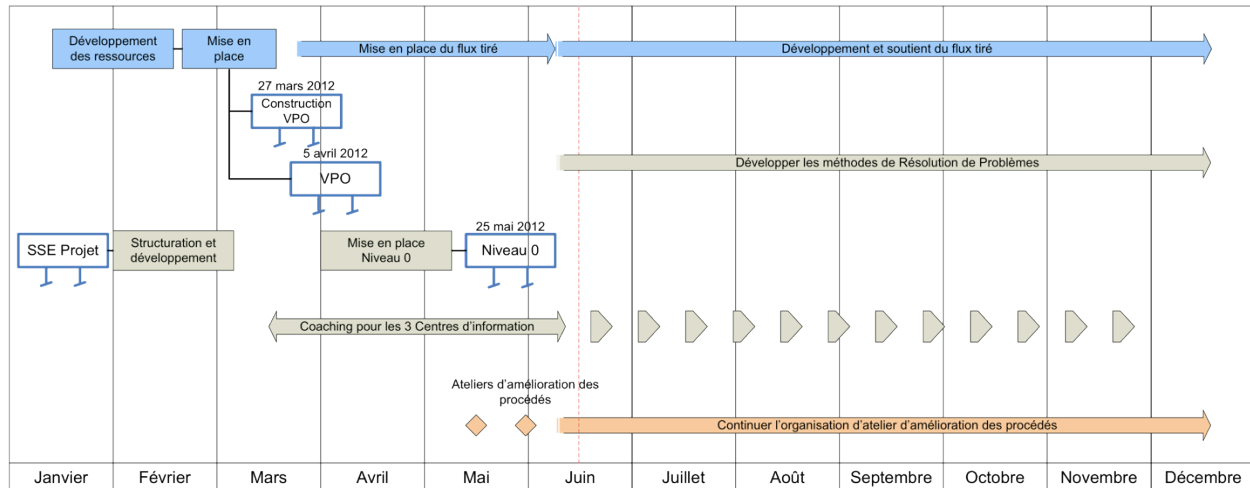


Figure 2.10 - Plan d'action du déploiement de la philosophie *Lean* et des Centres d'Information

## 2.3.4 Parties prenantes de la recherche

Le déploiement d'une nouvelle culture de travail dans une organisation requiert la participation de toutes les parties prenantes. Dans le contexte du Projet AP60, les rôles suivants ont été endossés par des personnes travaillant à la construction de l'Aluminerie Arvida – Centre Technologique AP60. Chacun de ces rôles et positionnements permet d'assurer une continuité du leadership, de l'effort et de l'implication au travers de l'organisation.

### 2.3.4.1 Sponsor

Le sponsor de l'implantation est la personne qui se trouve à l'origine de l'initiative, qui en a décidé l'exécution et qui met en place les moyens nécessaires à son développement. Elle a défini les objectifs et les moyens disponibles pour exécuter cette initiative.

Le rôle de sponsor du déploiement d'outils issus de la philosophie *Lean Construction* est assuré par le Directeur Général du Projet travaillant pour Rio Tinto Alcan.

#### **2.3.4.2 Facilitateur**

Le facilitateur *Lean* désigné aussi sous l'appellation d'agent de changement est chargé par le sponsor de la mise en place de son projet. Il a la charge de définir plus précisément et de mettre en œuvre, en lien avec les parties prenantes, les changements et nouvelles méthodes de travail.

Dans le cas de l'étude menée sous la forme d'une recherche-intervention, le facilitateur *Lean* occupe également le rôle de chercheur chargé de réaliser l'étude de l'implantation des outils *Lean Construction* au chantier de construction et d'analyser la réussite et les impacts de cette expérience.

Le facilitateur *Lean* aura pour mission d'assurer un support à toutes les parties prenantes de l'implantation des outils *Lean* au sein du projet. Il apportera les connaissances, les outils, l'aide matérielle et veillera à accompagner le changement mais ne pourra en aucun cas se substituer aux utilisateurs ou aux propriétaires dans la mise en place, l'utilisation et le maintien des outils.

#### **2.3.4.3 Propriétaire**

L'implantation de la philosophie *Lean* implique plusieurs équipes. La mise en place et le leadership de l'utilisation des outils (notamment les Centres d'Information) seront assurés par les responsables des différentes équipes.

Les directeurs construction du maître d'œuvre et de RTA, les directeurs VPO du maître d'œuvre et de RTA, les directeurs de projet et les directeurs SSE vont être les propriétaires des outils et des changements mis en place au cours de cette expérimentation.

Leur positionnement hiérarchique leur donne une position centrale dans l'organisation du Projet et les place en première ligne pour conduire avec eux leurs équipes.

Dans le cadre du déploiement des outils issus de la philosophie *Lean*, ils auront pour mission de construire le cadre d'utilisation des outils et d'assurer leur intégration dans les processus existants. Cette mission sera réalisée avec le support du facilitateur *Lean*.



#### 2.3.4.4 Expert Technique

Dans le cadre de l'implantation des Centres d'Information au Projet AP60, le facilitateur *Lean* est conseillé par deux ressources, les experts techniques :

- Une personne affectée au déploiement de la philosophie *Lean* et de ses outils pour l'équipe Opération. Elle apportera l'expérience de RTA et ses standards éprouvés
- Une personne ayant déjà travaillé à l'implantation de processus et outils d'amélioration continue sur chantier de construction en dehors du Québec. Cette ressource dispose d'une solide expérience en *Lean Production* à l'extérieur de RTA

Les experts techniques n'ont pas vocation à se retrouver en première ligne de l'implantation des outils issus de la philosophie *Lean*. Ceux-ci apporteront un support en coulisse pour influencer la stratégie de déploiement et les choix réalisés. Ils pourront aussi intervenir ponctuellement dans le cadre d'interaction avec les différentes parties prenantes ou évaluer le travail accompli et le niveau de maturité des outils et changement mis en place.

#### 2.3.4.5 Équipe Opération

L'équipe d'Opération a une position particulière dans le cadre de cette étude car elle représente le client final du projet de construction de l'aluminerie. Cette position lui confère un intérêt important dans le déploiement des Centres d'Information au sein du projet de construction. Ces Centres d'Information serviront à créer les interfaces permettant à l'équipe d'Opération de gérer la réception de l'usine avec l'équipe de projet.

Dans ce cadre, l'équipe d'Opération ne peut être considérée comme utilisateur. Elle possède sa propre architecture de Centre d'Information et participe à cette expérimentation uniquement par le Centre d'Information de Direction du Projet AP60.

#### 2.3.4.6 Utilisateurs

Les utilisateurs représentent toutes les autres parties prenantes utilisant les outils issus de la philosophie *Lean* implantés dans le cadre de ce projet.

Ces personnes sont réparties en trois groupes suivant le type d'activité sur le chantier :

- Groupe Construction
- Groupe VPO
- Groupe SSE

Ces trois groupes ont été choisis pour participer à l'implantation des Centres d'Information car ils permettent de représenter les différentes phases critiques du projet au moment de l'implantation.

Suivant la stratégie choisie pour le déploiement des Centres d'Information, les personnes présentes dans ces groupes se trouvent à haut niveau dans le processus de gestion de projet. Ce choix permet d'avoir un impact maximal sur l'organisation et mettre en place un leadership par l'exemplarité.

Les fonctions représentées dans ces groupes sont en grande majorité celles de chefs de secteur et de responsables de processus. Leur présence permet de réunir les principales parties prenantes du processus de transfert des équipements entre les différentes phases du projet.

### **2.3.5 Chronologie de l'implantation *Lean***

Ce mémoire de recherche traite principalement le déploiement de Centres d'Information sur le chantier du Projet AP60. La mise en place des Centres d'Information doit servir à la création d'un flux tiré entre les équipes de Construction, l'équipe VPO puis celle d'Opération. L'instauration de ce flux tiré doit accompagner le processus de livraison de la future Aluminerie Arvida – Centre Technologique AP60 à l'équipe d'Opération.

L'analyse de ce déploiement n'est pas possible sans développer et comprendre tout le chemin réalisé en amont par les équipes de travail.

La volonté d'assurer un leadership efficace dans les domaines où il est possible de réaliser des gains substantiels en termes de performance est une marque d'excellence du Projet AP60 et de sa direction. Certaines évolutions nécessitent de travailler à un changement de culture chez les parties prenantes du projet. On trouve comme exemple, couronné de succès, le changement de culture dans le domaine de la Santé, Sécurité, Environnement qui a été opéré sur le Projet AP60.

L'expérimentation d'outils issus de la philosophie *Lean* a amené très tôt la nécessité d'intégrer des agents de changement chargés de faciliter et conduire cette initiative.

### **2.3.5.1 Début de l'implantation *Lean***

La direction du projet a réalisé un tour d'horizon des différentes pratiques existant déjà sur d'autres projets majeurs. Cette recherche a permis de visualiser ce qui peut être attendu de l'implantation de la philosophie *Lean Construction*.

Il s'agit aussi de percevoir comment peut se traduire le déploiement d'outils *Lean Construction* dans le cadre d'un projet majeur et imaginer leur intégration au Projet AP60. Ces visites ont eu lieu dans plusieurs pays différents au sein de projets dans lesquels RTA n'est pas forcément le client. Ces projets sont effectués dans le cas de contrat IAGC et IAC.

Le résultat de ce tour d'horizon est la découverte de bonnes pratiques et d'idées originales pour mener le déploiement d'outils *Lean Construction*. Cette organisation a permis de rassurer plusieurs parties prenantes en offrant la vision d'un résultat à atteindre et la matérialisation d'un concept abstrait et nouveau pour le secteur de la construction.

Dans le processus de recherche de solutions et de méthodes pour réaliser l'implantation de la philosophie *Lean Construction* au sein du Projet, l'équipe de direction a fait appel au service d'un consultant spécialisé. Cette prise de contact, accompagnée d'un atelier de présentation, a permis de découvrir le modèle de gestion proposé et d'obtenir une nouvelle mise en contact à la philosophie *Lean Construction* pour les parties prenantes.

La proposition de l'entreprise de conseil, présentée sous la forme d'un atelier, n'a finalement pas été retenue. Celle-ci proposait un nouveau schéma complet pour la gestion du projet entièrement tourné autour des principes du « *Lean Project Delivery* ». Ce modèle d'implantation ne correspondait pas aux attentes, car il nécessitait de modifier les structures organisationnelles du projet et, par là, les modes de gestion du projet. Ce type d'approche amenait à une obligation de révision du PCMO, solution incompatible avec un projet rendu au stade de construction dans de bonnes conditions.

La volonté d'introduire la philosophie *Lean Construction* et les outils qui y sont associés a toujours eu pour limite de ne pas modifier les structures de gestion de projet décrites dans le

PCMO<sup>11</sup>. Cette condition a pour but de ne pas déstabiliser la conduite du projet et les équipes de travail par l'introduction d'importants changements non totalement maîtrisés.

Au cours de cette période, la définition du périmètre d'un déploiement de la philosophie *Lean Construction* au sein du Projet se définit entre le maître d'œuvre et la firme d'ingénierie. À ce moment, la firme d'ingénierie met à disposition du projet une personne ressource dédiée au sein du bureau de projet. Cette ressource, disposant d'une expérience en *Lean* et *Lean Construction*, effectue la mise en place de plusieurs initiatives au sein de bureaux de projet pour aider à l'amélioration du processus des différentes fonctions, notamment la mise en place de tableaux de bord (voir Figure 2.11).

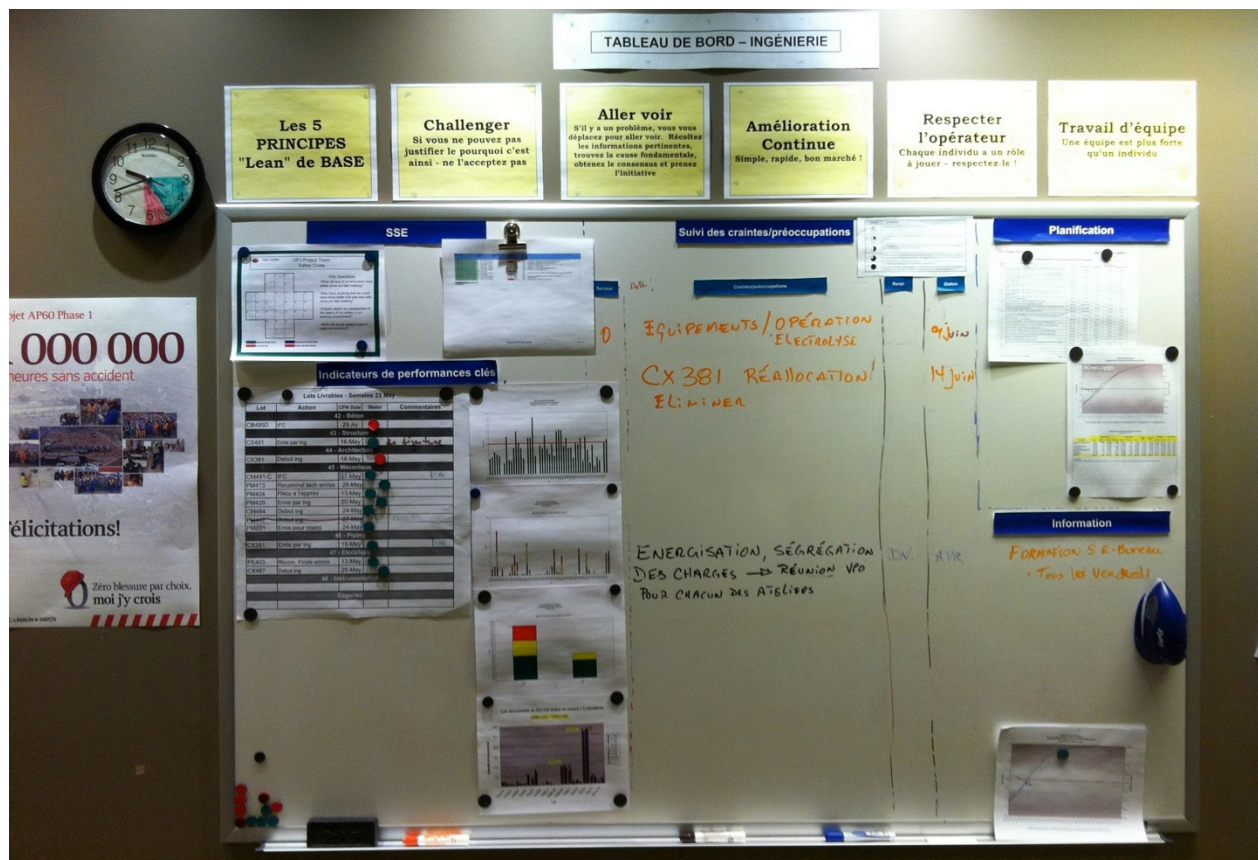


Figure 2.11 - Exemple de tableau de bord mis en place pour l'équipe ingénierie (source RTA)

<sup>11</sup> Voir ANNEXE C - Définition du stage (été 2011) au projet ap60

La volonté de travailler avec des outils issus de la philosophie *Lean Construction* n'est pas restée concentrée sur le bureau de projet. L'utilisation sur le chantier des outils *Lean Construction* a débuté très tôt. Cette première mise en place s'est réalisée sans la participation de ressource dédiée à cette tâche. Ce fait a créé une confusion chez certaines parties prenantes sur les concepts. La philosophie *Lean* a été éclipsée au bénéfice des seuls outils. La conséquence a été d'attribuer le terme « *Lean* » comme nom des rencontres de début de quart.

Dans ces conditions, le terme « *Lean* » ne renvoie plus à la philosophie mais à un seul outil de celle-ci.

### **2.3.5.2 Période de l'été 2011**

Durant l'été 2011 a eu lieu la première tentative d'implantation d'outils *Lean* sur le chantier de construction du Projet AP60 avec la présence et la participation de personnes ressource dédiées à cette tâche. Cette initiative, décidée par la haute direction du Projet, intervient dans une phase intense de construction et de travaux de génie civil.

L'objectif du maître d'œuvre, par la voie de ses directeurs de projet, est alors de travailler avec les trois principaux entrepreneurs du chantier à la gestion et à l'amélioration des performances. Dans cette initiative, le représentant du maître d'œuvre, SLH, doit jouer son rôle d'intermédiaire et transmettre la volonté de RTA aux entrepreneurs.

L'intention de cette stratégie est de faire entrer des outils et une philosophie d'amélioration continue sur le terrain, là où ils trouveront une application immédiate et remonteront ensuite vers les niveaux de gestion du maître d'œuvre et de son représentant.

Cette période a duré environ trois mois, avec une présence non-permanente sur le site des ressources dédiées à l'implantation *Lean* – 2 à 4 jours par semaine -.

Les chantiers «*Lean*» mis en œuvre durant cette période sont :

- Développement de tableaux d'information
- Création d'ICP
- Développement d'une planification décentralisée
- Outils d'identification des irritants et causes de non respect des planifications

À la fin de l'été 2011, la mission a permis, malgré le peu de résultats directs observables, d'évaluer le potentiel et le niveau de maturité des équipes de construction face au déploiement d'outils issus de la philosophie *Lean*. Les observations effectuées ont permis d'amorcer la réflexion sur une nouvelle tentative d'introduction de la culture de travail *Lean* sur le chantier de construction.

Cette nouvelle tentative doit s'accompagner d'une redéfinition de la stratégie utilisée.

### **2.3.5.3 Définition de la stratégie 2012**

Développée autour des principaux entrepreneurs du chantier, la stratégie employée au cours de la période précédente n'a pas permis d'atteindre les objectifs souhaités. Dans le rapport analysant le travail mené au cours de cette période, plusieurs éléments ont été identifiés comme étant responsables du résultat.

La Figure 2.12, un extrait de la conclusion du rapport de stage rédigé à la fin de l'été 2011 sur l'introduction d'initiative *Lean* avec les principaux entrepreneurs du chantier, donne une base pour les réflexions sur une nouvelle stratégie<sup>12</sup>.

Cette adaptation de la stratégie se fait au niveau de la haute direction du projet avec les principales parties prenantes du futur déploiement. Les principaux axes pris en compte dans le cas de cette réflexion sont :

- La légitimité d'un tel déploiement dans le projet
- La crédibilité liée à ce déploiement
- Le lien avec la vision et l'orientation de la direction

La réflexion menée doit permettre de mener à un changement de culture et d'approche des problématiques.

La légitimité du déploiement d'outils issus de la philosophie *Lean* au Projet AP60 va trouver sa source dans un leadership par l'exemplarité. Désormais, la stratégie sera recentrée sur la firme

---

<sup>12</sup> Voir ANNEXE E - Présentation de la stratégie lean

d'ingénierie et le maître d'œuvre qui mettront en œuvre ce nouveau type d'outil appelé Centre d'Information par Rio Tinto Alcan.

### **Limites et barrières au succès**

La totalité du mandat donné en début de stage n'a pas pu être achevé pour diverses résistances aux changements de la part de différents acteurs de l'implantation, une planification trop optimiste et la découverte de certaines barrières au succès que je n'ai pas réussi à surmonter avant l'échéance de fin de stage.

Néanmoins, un travail de fond a pu être mené pour sensibiliser un grand nombre de personnes et d'organisations à l'existence de principes d'amélioration continue en chantier et leur donner à voir les résultats que l'on peut espérer une fois l'implantation de ces pratiques complétées.

Les quelques points ci-dessous donnent des exemples précis de ces barrières au succès :

- Engagement de la part du management permettant de compléter le support à cette implantation
- Pas d'interlocuteur SLH facilement disponible
- Pas de responsabilité pour délivrer un résultat
- Manque de collaboration

On regrettera principalement que les intermédiaires (désignés par leur entreprise respective) avec qui nous devons effectuer cette implantation n'aient pas seuls, l'autorité pour représenter leurs organisations respectives et engager celles-ci sur la voie du changement.

Figure 2.12 - Extrait du rapport de stage effectué au sein du Projet AP60 durant l'été 2011

(Merle, 2011, p. 30)

Dans un secteur de la construction, averse au changement venant de l'extérieur, la crédibilité du changement proposé est un élément très important, a fortiori dans le cas de l'introduction d'un changement de culture pour lequel l'engagement des personnes est une des premières conditions de succès ou d'échec.

La crédibilité de la nouvelle stratégie se base sur le choix de concentrer l'énergie dans le transfert des lots de réception mécanique entre les équipes de Construction et de VPO. Cette activité présente un aspect stratégique important.

L'un des apprentissages ressortis de l'expérience d'implantation d'outils issus de la philosophie *Lean* au cours de l'été 2012 a été le manque de vision disponible pour les parties prenantes. Il n'existait pas de possibilités de montrer un exemple de résultat du travail mené. Cette absence de vision alimente pour une grande part la résistance au changement et à l'implication des personnes dans un processus de développement de Centre d'Information.

Pour apporter de la visibilité et de la structuration, il est décidé d'utiliser les standards de Centre d'Information développés par RTA pour ses installations industrielles. Cette utilisation de standards se fera avec toute la liberté et les aménagements nécessaires à leur intégration dans le cadre d'un projet d'envergure.

Ce choix permet de mettre en œuvre un outil de travail similaire pour les équipes de construction et d'opération et, dans ce cadre, maximiser le travail sur les flux entre les équipes.

Le point de focalisation où se concentrera l'effort d'implantation des Centres d'Informations est un élément central de la stratégie de déploiement. Les éléments pris en compte pour le définir sont le stade d'exécution du projet, le degré de préparation des équipes, la possibilité d'obtenir des résultats rapides, le temps disponible pour la mise en place et l'imprégnation dont pourront bénéficier les équipes.

Avec ces critères, le point choisi pour mettre en place un Centre d'Information est l'organisation des transferts de lots de réception mécanique entre les groupes Construction et VPO. Ce choix apporte l'avantage de ne pas entraîner ou réclamer de modifications des procédures d'exécution du projet (PCMO) qui reste à construire pour les activités de transfert. Cette décision permet aussi de mettre en place un Centre d'Information pour suivre une activité qui n'est pas encore commencée, laissant plus de disponibilité à l'équipe pour la construction de l'outil.

De la stratégie choisie, découle la description de mission pour la conduite de la recherche-intervention sur le déploiement *Lean Construction* pour l'année 2012<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Voir ANNEXE E - Présentation de la stratégie lean



#### **2.3.5.4 Évolution de l'envergure courant 2012**

L'année 2012 aura vu l'évolution de la stratégie précédemment développée. Le bon fonctionnement du premier Centre d'Information (suivi du transfert des lots de réception mécanique) et la découverte de l'outil qui est faite à ce moment par les équipes utilisatrices amènent l'équipe de VPO à mettre sur pied son propre Centre d'Information pour gérer ses activités.

Ce nouveau Centre d'Information doit permettre la gestion des activités propres à l'équipe VPO, dans un premier temps la gestion de ses activités de préparation, puis l'exécution des activités de VPO en elles mêmes. Le déploiement de ce Centre d'Information a rapidement rencontré l'intérêt de l'équipe de VPO.

Ce second succès, couplé à un reformatage et une redynamisation du Centre d'Information SSE précédemment installé, a convaincu la direction du projet de se doter de cet outil pour bénéficier des apports de celui-ci et donner du sens à une structure de Centre d'Information<sup>14</sup> dans le Projet (possibilité d'escalassions des problèmes et craintes – création d'un forum formel rassemblant toutes les parties dirigeantes, de la Construction à l'Opération).

A l'issue de cette extension du périmètre d'expérimentation des Centres d'Information, quatre Centres d'Information sont implantés et actifs au sein du Projet AP60 et permettent de mettre en relation toutes les phases du Projet.

---

<sup>14</sup> Voir Figure 2.9 - Structure des Centres d'Information au Projet AP60

## **2.4 Conclusion**

Le contexte de cette d'étude présente de nombreux défis pour l'étudiant-chercheur qui doit trouver sa place dans l'organisation de se projet de construction de grande envergure. Il convient, pour l'étudiant-chercheur, qui a l'opportunité de conduire cette recherche directement sur le terrain, d'agir dans le cadre de la méthodologie de recherche qu'il développé. Cette méthodologie de recherche doit tenir compte des nombreuses parties prenantes, de l'histoire reliée a cette étude (précédente expérience) et de l'aspect très dynamique de l'organisation dans laquelle il se trouve.

La méthodologie de recherche développée par le chercheur et les objectifs de cette étude seront présentés dans le chapitre 3.

## CHAPITRE 3 OBJECTIFS ET MÉTHODE DE RECHERCHE

La recherche présentée dans ce mémoire a été menée selon les principes d'une recherche-intervention. Le chercheur-intervenant a réalisé une immersion dans le projet de construction décrit précédemment pour y mener la mission d'introduction de la philosophie *Lean Construction* et l'implantation d'outils issus de cette philosophie. Plus précisément, l'étudiant chercheur a assuré le rôle de facilitateur (agent de changement) en accord avec les principaux dirigeants du projet et il a conduit le déploiement des Centres d'Information et autres outils *Lean*, tout en assurant son rôle de chercheur en fonction des objectifs pré-établis.

Pour présenter les objectifs et la méthodologie de recherche, ce chapitre débutera en détaillant les objectifs qui ont conduit à cette étude. Il se poursuivra par la présentation de la méthode de recherche-intervention et de son application dans le cas de ce mémoire. Le sujet de la recherche intervention nous amènera ensuite à aborder la validité des résultats d'une étude menée sous la forme d'une recherche-intervention, pour enfin présenter les méthodes de recueil d'information choisies pour cette étude.

### 3.1 Objectifs de la recherche

L'objectif général de la recherche consiste à démontrer la possibilité d'intégrer la philosophie *Lean Construction* dans le cadre d'un projet industriel majeur de type IAGC.

En prenant appui sur les concepts de *Lean*, sur le *Lean Construction* développé par la littérature scientifique, sur l'expérience par l'entreprise RTA en *Lean* dans ses propres installations, et en s'adaptant à la réalité du terrain, cette étude analyse tous les aspects d'un déploiement de la philosophie *Lean Construction*.

L'étude menée doit permettre, si les résultats sont concluants, de reproduire, ce déploiement en tenant compte des leçons apprises.

### 3.1.1 Objectifs spécifiques

L'objectif général étant d'étudier l'intégration du *Lean Construction* dans un environnement de projet de construction majeur, il convient de définir les objectifs spécifiques qui vont diriger la recherche-intervention :

- Documenter et analyser les modalités d'implantation du *Lean Construction* dans une organisation temporaire multiple
- Vérifier l'adaptabilité des outils *Lean* au secteur de la construction
- Analyser le comportement des acteurs du projet face à l'implantation d'outil *Lean*
- Évaluer le potentiel de ce déploiement des outils *Lean* dans d'autres projets

Bien que définis en fonction des besoins de Rio Tinto Alcan, les objectifs spécifiques ci-dessus représentent un grand intérêt sur le plan académique.

Cette recherche est novatrice dans la mesure où le chercheur s'est personnellement impliqué dans le projet ; il a travaillé à l'implantation de la philosophie *Lean Construction* au côté des différents acteurs, au sein même du chantier de construction. Ce mode de recherche permet d'avoir une description inédite des mécanismes à l'œuvre à l'intérieure de l'organisation et des comportements des acteurs. Les méthodes de déploiement sont alors développées beaucoup plus finement par rapport à des méthodes de recherche plus macroscopique.

Ainsi la réalisation de ce projet de recherche permet d'enrichir la littérature scientifique d'une étude centrée sur le terrain et l'application.

## 3.2 Démarche de recherche

Le projet de recherche-intervention mené présente trois volets distincts :

- L'intervention sur le terrain
- La recherche menée d'un point de vue qualitatif
- La recherche menée d'un point de vue quantitatif

La Figure 3.1 ci-après illustre la démarche de recherche suivie, les activités et les différentes étapes de celle-ci dans chacun des trois volets cités précédemment.

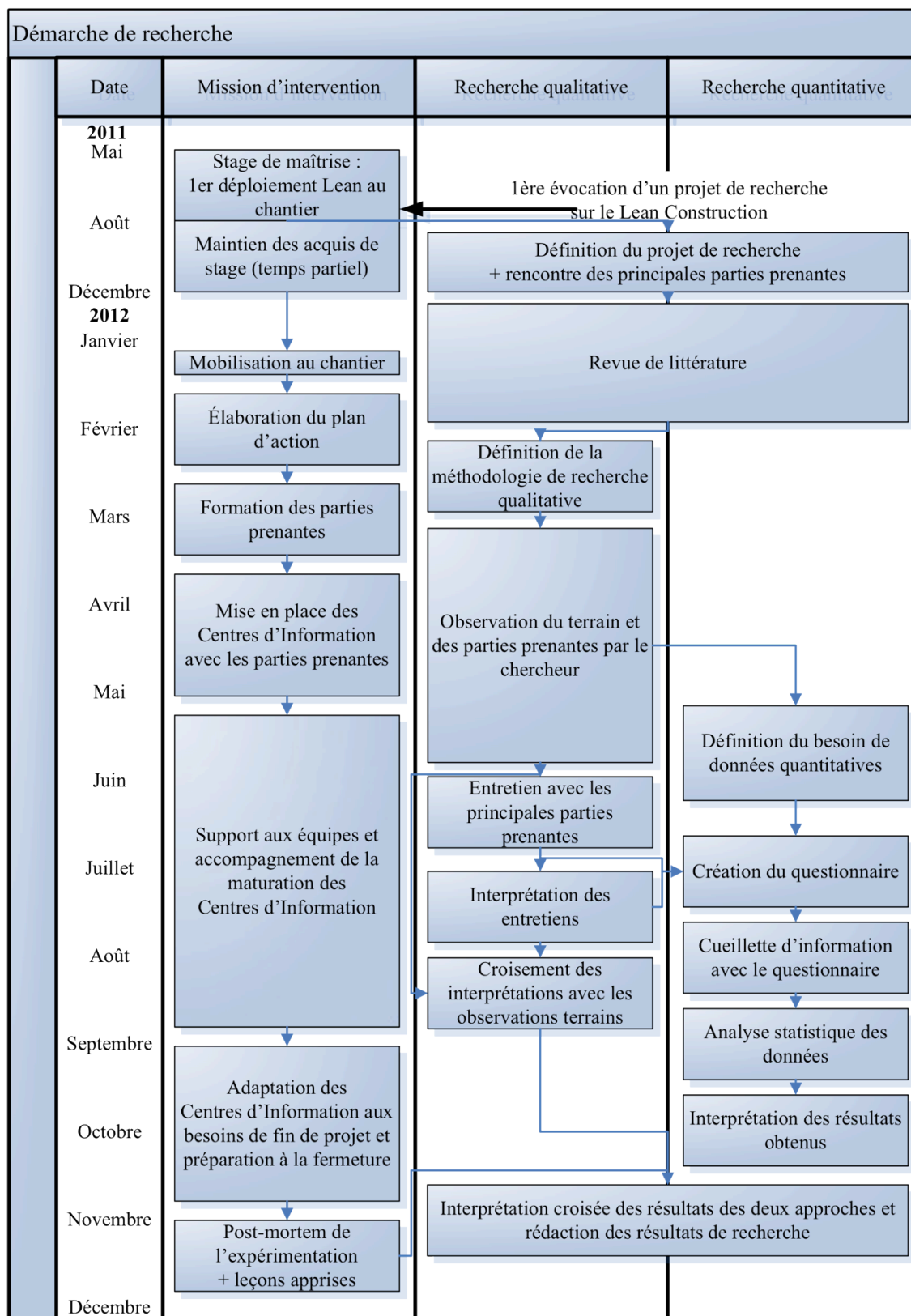


Figure 3.1 - Démarche utilisée pour la recherche-intervention

### 3.3 Une étude menée sous la forme d'une recherche-intervention

La méthodologie choisie pour réaliser l'étude de l'implantation de la culture *Lean Construction* passe par le cadre de la recherche-intervention. Cette partie apportera les connaissances nécessaires aux lecteurs pour comprendre le cadre de la recherche intervention et le choix de ce type de recherche sera explicité.

#### 3.3.1 Définition de la recherche-intervention

La littérature scientifique ne détaille pas d'expérience de recherche-intervention dans le cas de l'introduction de la culture *Lean* dans un univers professionnel ni le déploiement d'outils issus de cette philosophie. A fortiori, le déploiement de la culture et des outils *Lean* sur un chantier de construction n'est pas présent dans la littérature scientifique.

Régulièrement, dans le cas de déploiement de culture et d'outils dans un milieu professionnel, la conduite du changement est réalisée avec l'aide d'un consultant externe, ou en interne seulement, et les seules études produites sont le fruit de recherche indépendante du processus. L'étude présentée dans ce mémoire propose de rassembler ces deux fonctions réalisées par un même acteur.

La recherche-intervention est une forme de recherche de terrain dans laquelle le chercheur et l'intervenant sont une seule et même personne. Dans ce cas, le chercheur ne se contente pas d'être un simple observateur extérieur à son objet d'étude mais il en fait partie intégrante et interagit avec les acteurs qu'il observe (Lukka, 2005).

La mission donnée au chercheur implique qu'il soit l'acteur des changements, qu'il participe à la transformation de l'objet d'étude. Le chercheur assure dans le même temps l'observation des changements qu'il déclenche. La recherche-intervention constitue donc «une méthodologie collaborative et transformative» (Cappelletti, 2010) et s'inscrit dans la pensée d'auteurs comme Lewin (1946) et plus récemment, de Van de Ven (2006).

Le cadre de référence de la recherche-intervention varie beaucoup dans sa définition suivant les auteurs. Mais ceux-ci s'accordent sur le principe que la collecte de données de terrain se réalise par l'observation des pratiques à partir d'une insertion du chercheur au milieu de travail qu'il étudie (Jönsson & Lukka, 2005).

La recherche-intervention, dans sa définition, comprend donc une importante part d'action (Argyris et al., 1985). La nature de la recherche-intervention en fait un outil extrêmement adaptable où les variations sont infinies. Cette particularité rend la recherche-intervention particulièrement adaptée aux objets d'étude nécessitant une solution « unique » ou personnalisée et non une réponse générique. Jönsson (2010) en se référant à Barnard (1968) nous présente ce concept de solution personnalisée qu'apporte la recherche-intervention, notamment lorsque l'objet d'étude est en relation avec des problématiques de gestion.

### 3.3.2 Choix de la recherche-intervention

Le choix d'agir et mener cette étude sous la forme d'une recherche-intervention apparaît après la période de l'été 2011<sup>15</sup>. Dans ces conditions, l'action a précédé l'activité de recherche. L'intégration de la composante de recherche est arrivée avec le besoin de documenter et analyser l'expérience d'intégration du *Lean-Construction*. La feuille de route<sup>16</sup> décrivant le cadre de son action illustre parfaitement cet aspect et la participation à la transformation de son objet d'étude. Cette activité de transformation de l'objet d'étude constitue un des principes de la recherche-intervention (Lewin, 1946; Van de Ven & Johnson, 2006).

Le fait de regrouper les activités de conduite de changement et d'analyse dans un mandat unique de recherche-intervention permet d'assurer la cohérence des deux actions. Du point de vue de l'accès à la connaissance et à la récupération de celle-ci, la recherche-intervention donne un accès direct au chercheur à la fois sur le terrain et aux personnes.

La description de la recherche-intervention a montré l'intérêt de cette approche de recherche pour les cas nécessitant l'implantation de solution unique, généralement dans le cas de problématique non technique (Argyris et al., 1985; Jönsson, 2010). Ce mode de recherche permet d'adapter totalement de la solution et la méthodologie de recherche à l'objet d'étude.

Du point de vue interne à l'organisation, le choix d'agir sous la forme d'une recherche-intervention est un élément facilitant dans la conduite du changement. Souvent critiquée pour sa frontière parfois floue avec l'activité de consultation, la recherche-intervention permet de réduire

---

<sup>15</sup> Voir 2.3.5.3 - Définition de la stratégie 2012

<sup>16</sup> Voir ANNEXE D - Définition de la mission sur le projet ap60

la pression sur les équipes destinataires du changement. L'action d'un consultant externe, en dehors du fait qu'elle présente plus de rigidité, est ressentie comme étant plus intrusive par les équipes citées. Par sa position, l'intervenant-chercheur doit travailler avec les destinataires pour supporter ceux-ci dans le changement. Ce rôle évolue tout au long du projet, passant d'orchestrateur et meneur du changement dans les premières phases d'implantation, à personne ressource lors de l'utilisation réelle des Centres d'Information.

### **3.3.3 Formes de recherche-intervention**

La recherche-intervention est une méthodologie de recherche codifiée et théorisée. Cappelletti (2010) détaille les directions à suivre pour se trouver dans ce cadre méthodologique (page 6) :

- « Poser des problématiques de recherche enracinées dans la réalité
- Concevoir un projet de recherche selon un mode d'apprentissage collaboratif
- Prévoir un projet de recherche de longue durée
- Mobiliser des théories et des méthodes de recherche variées
- Réviser régulièrement les hypothèses de recherche accumulées »

Le chercheur-intervenant et les praticiens interagissent entre eux pour arriver à trouver le point où la théorie rejoindra la pratique et développera une connaissance utilisable par le chercheur et le praticien.

#### **3.3.3.1 Écart de connaissance**

La recherche de terrain apporte un début de solution quant à la problématique de l'écart que l'on constate entre les connaissances théoriques et les connaissances pratiques. Cette question est traitée par Ven de Ven & Johnson (2006) qui en identifient deux approches distinctes et en proposent une troisième.

La première, défendue par Rogers (1995) et Beer (2001), observe l'écart entre les connaissances théoriques et les connaissances pratiques comme une discontinuité dans le processus de transfert de connaissance. La seconde développe l'idée de la complémentarité de ces deux types de connaissance.



Une approche innovante proposée par Van de Ven et Jonhson (2006) essaie d'appréhender les écarts entre théorie et pratique comme « un problème de production de connaissance » (Cappelletti, 2010). Cette approche suppose un travail en étroite collaboration entre le chercheur et les acteurs du processus étudié pour valider les observations.

L'un des objectifs de l'étude décrite dans ce mémoire est de réduire l'écart existant entre les connaissances pratiques et théoriques. Dans le cas traité dans ce mémoire, l'approche défendue par Beer (2001) et Rogers (1995), la discontinuité dans le processus de transfert de connaissance apparaît très intéressante car elle met l'accent sur l'une des différences existantes entre les secteurs de l'industrie et de la construction. Chaque projet de construction constitue un élément unique, réalisé par une équipe unique, réunie pour ce projet et qui se sépare à la fin de celui-ci. La discontinuité du processus naturel de transmission et d'apprentissage qui transforme connaissance pratique en connaissance théorique trouve ici un point d'application.

Cette première mise en évidence amène à considérer la dernière approche proposée par Van de Ven et Jonhson (2006) évoquant un « problème de production de connaissance ». Or, précédemment, nous avons mis en avant la justification de l'approche de Rogers (1995) et Beer (2001) par la discontinuité du processus de construction, cette discontinuité vient aussi empêcher le processus de production de connaissance. Cette connaissance non-produite n'est donc pas formalisé et ne profite pas à l'organisation. Les connaissances produites le sont sous forme d'expériences pour chaque membre de l'équipe et restent au stade de connaissances pratiques.

La rédaction de ce mémoire vient travailler à cette création de connaissance et réduction de l'écart entre la pratique et la théorie.

### 3.3.3.2 Recherche transformative, entre action et intervention

A l'intérieur du concept de recherche transformative, dans laquelle le chercheur va avoir un impact sur son objet d'étude, il existe deux grandes familles : la recherche-action et la recherche-intervention. Celles-ci sont définies dans le

Tableau 3.1.

Tableau 3.1: Comparaison de la recherche-intervention et de la recherche-action

Recherche-Action	Recherche-Intervention
<p>Très importante recherche de la contextualisation du changement sans mettre l'action sur la formalisation de celui-ci.</p> <p>Il s'agit d'une préparation au changement en libérant les parties prenantes des structures dont elles dépendent.</p>	<p>Allie la contextualisation du changement avec sa formalisation. Le changement est réellement mis en place et précisément défini .</p>

Comme démontré précédemment, cette étude se déroule au sein de l'objet d'étude avec une mission de transformation de celui-ci par l'intervenant-chercheur. Cette recherche se définit comme transformative.

Dans le cas de l'objet d'étude de ce mémoire, le degré de contextualisation du changement est très important, car il a été identifié très tôt que seule l'implication de toutes les parties prenantes dans le processus allait permettre d'atteindre les résultats souhaités par le sponsor.

De la même manière, le degré de formalisation du changement lié à l'introduction de la philosophie *Lean* dans le cadre du Projet AP60 a évolué au fur et à mesure des différentes étapes pour arriver à un haut degré de formalisation. Celui-ci s'est concrétisé lors de l'introduction des Centres d'Information.

En suivant la pensée de Cappelletti (2010), la mise en avant d'un degré de contextualisation fort du changement avec un haut degré de formalisation de celui-ci nous place dans le cas d'une recherche-intervention.

Définition des termes, dans le cas du changement, par Cappelletti (2010) page 7 :

- Contextualisation : « degré de contextualisation qui indique à quel point les changements réalisés par le chercheur sont intégrés au contexte »
- Formalisation : « degré de formalisation qui indique à quel degré les changements réalisés ou prévus par le chercheur sont formellement définis »

La recherche-intervention mise en place dans le cadre de ce projet de recherche utilise un processus itératif. Le choix de ce processus dans le développement des méthodes d'intervention et de leur application permet, grâce à la présence permanente de l'intervenant-chercheur sur le terrain en temps que membre de l'équipe de projet, d'adapter et corriger au cours de la recherche plutôt que simplement impulser une transformation et observer l'évolution.

### **3.3.4 Positionnement de l'intervenant-chercheur**

La place réservée à l'intervenant-chercheur au sein de l'organisation constitue l'un des points central de la construction de cette recherche-intervention.

#### **3.3.4.1 Localisation de l'intervenant-chercheur**

Localisé sur deux sites différents, le projet de construction dispose d'un bureau de projet sur Montréal et d'un autre sur le site de construction de la future aluminerie à Jonquière. Ces deux sites sont distants de 500km.

Durant la période d'été 2011, lors de l'arrivée des premières ressources dédiées à l'implantation d'outils *Lean Construction*, les personnes-ressources étaient basées au bureau de projet de Montréal et partageaient leur temps entre les deux sites sur un rythme de 2 jours/3 jours.

Dans le cadre de la recherche-intervention lancée en Janvier 2012 pour mettre en place des Centres d'Information au chantier de construction, le choix a été de localiser la personne-ressource à plein temps sur le site du chantier.

Cette décision permet d'assurer un support permanent aux équipes utilisatrices des Centres d'Information et de montrer l'importance accordée par la haute direction du projet dans le déploiement des Centres d' Information.

### **3.3.4.2 Affiliation de l'intervenant-chercheur à une équipe**

L'introduction de l'intervenant-chercheur à temps complet sur le site de construction sous le titre de Facilitateur *Lean* pose la question de son positionnement dans l'échelle hiérarchique.

La structure organisationnelle d'un projet de construction tel que le Projet AP60 est complexe. Cela génère une organisation multiple, temporaire et en perpétuelle évolution, telle qu'évoquée dans la sous-partie : 2.3.1 - Contexte de l'implantation de la philosophie *Lean* au chantier AP60. Dans ce contexte, comment situer un facilitateur *Lean* chargé de travailler avec à la fois les équipes de Construction et VPO, composées de personnels venant de RTA et SLH ?

Le choix a été fait de placer le facilitateur *Lean* dans l'équipe de Construction, sous la responsabilité du Directeur de Construction SLH sans le positionner dans l'échelle hiérarchique. Cette position lui garantit une très grande liberté d'action et un accès facilité à toutes les strates de gestion de projet.

## **3.4 Validité des résultats de la recherche-intervention**

Cette étude portant à la fois sur un outil de gestion mais aussi sur des comportements et une culture, la validité des résultats de recherche constitue un élément complexe. La validité des résultats de recherche constitue, en ce sens, un défi important dans le contexte de la recherche présentée dans ce mémoire.

### **3.4.1 Hypothèse dans la recherche-intervention**

Van de Ven & Johnson (2006) et Buono & Savall (2007) mettent en avant la qualité, la validité et la rigueur scientifique de la recherche comme critère de légitimité d'une étude menée sous la forme d'une recherche-intervention.

Cappelletti définit ces trois dimensions de la façon suivante :

- Qualité : celle-ci est issue de la qualité du corps d'hypothèses, de la validation de ces hypothèses au vu du diagnostic de recherche, de la qualité des solutions proposées dans le cadre de la recherche, de la conduite de la recherche et de l'autocritique de cette recherche

- Validité : il s'appuie sur les travaux de Lee (1999) qui exprime la validité sous les axes interne, externe et écologique. La validité interne pose la question de l'adéquation entre les processus de recherche et les hypothèses posées, la validité externe informe sur la possibilité de généraliser les résultats de la recherche, la validité écologique assure la prise en compte et la description des caractéristiques du milieu dans lequel se déroule l'étude.
- Rigueur : elle est le reflet de la qualité de la recherche et de l'intérêt que présente l'objet d'étude.

### **3.4.2 Validité des résultats dans un contexte de recherche-intervention**

La validité des résultats d'une recherche est un élément incontournable de toute étude scientifique. Le cas de la recherche-intervention amène plusieurs critiques concernant la validité des résultats qu'elle apporte. Les deux axes de critique ressortant de la littérature scientifique traitant du sujet sont (Plane & Pérez, 2000) :

- L'éloignement d'une connaissance objective par l'influence que l'environnement exerce sur le chercheur –intervenant
- L'éloignement du travail de recherche pour devenir un simple travail de consultation

Dans le cadre d'une recherche-intervention menée directement sur le terrain, il faut se prémunir contre une possible « inversion des rôles » dans laquelle le terrain viendrait influencer le chercheur au point d'interférer dans les résultats de la recherche. Cette « contamination » du chercheur peut venir de différents aspects du milieu tels que des pressions politiques ou simplement la culture interne de l'organisation étudiée. Par ailleurs, l'intervenant-chercheur est soumis aux pressions politiques de l'environnement de travail dans lequel il évolue et, en particulier, par le premier lien qui le relie à son objet d'étude : le contrat de travail avec son employeur ou le contrat de recherche dans le cas d'une recherche académique.

Cet état de contrainte du chercheur-intervenant envers son employeur est défini par Schön (1983) quand il utilise le terme de « praticien réflexif » pour nommer celui-ci ou encore par Girin (1986) qui utilise le terme de « savant ordinaire ». L'un des effets que le lien contractuel entre le chercheur-intervenant et son objet d'étude peut amener est la recherche d'opportunités. Cet

opportunisme est un moyen pour accéder au terrain et en gagner la confiance (Buchanan et al., 1988).

Dans ce cadre, Weick (1995) nous présente comment le chercheur-intervenant doit construire par la négociation, non pas son indépendance car celle-ci serait illusoire, mais son cahier des charges avec les décideurs de son environnement de travail. Cette négociation doit être régulière, elle doit couvrir les domaines de l'architecture, du planning, du périmètre, des résultats de recherche comme des moyens. C'est de cette façon que le chercheur-intervenant pourra préserver son sujet de recherche, construire et entretenir la confiance avec son terrain de recherche.

Le second piège dans lequel le chercheur-intervenant peut se laisser entraîner est la contagion par les structures mentales de l'environnement dans lequel se trouve son objet d'étude (Buono & Savall, 2007). Ces structures mentales correspondent pour Schein (1984) et dans le langage courant à la culture d'entreprise que l'on retrouve dans toutes les organisations.

Schein définit la culture d'entreprise comme l'ensemble cohérent de concepts communs à un groupe, que celui-ci a construit au fur et à mesure. Cet ensemble de concepts se transfère au sein de l'organisation vers les nouveaux arrivants qui vont faire de ceux-ci les leurs et vont aussi y contribuer. Cette pression sociale est de nature à pouvoir influencer l'intervenant-chercheur comme tout nouvel élément qui vient se rajouter au groupe. Cette pression pourra faire dévier l'intervenant-chercheur dans le développement de ses problématiques et hypothèses en appliquant un filtre ses perceptions. Cet effet peut intervenir de manière plus ou moins consciente. Cet effet doit être atténué par des phases de distanciation du milieu de travail étudié.

Le risque évoqué par Cappelletti (2010) de biais dans le travail du chercheur-intervenant en raison de l'influence de son environnement de travail constitue le pendant au gain apporté par ce type de recherche. Jönsson (2010) estime dans son travail que la récupération d'informations depuis l'extérieur de l'environnement de l'objet d'étude ne permet pas de capter toutes les informations nécessaires. Le risque mis en avant est le « filtre » que chaque personne interrogée va poser sur une situation ou des faits qu'il présente. Weick (1995) fait référence à ce type de mécanisme en expliquant que la narration d'une histoire se fait en relevant uniquement les éléments pertinents ou marquants pour le rapporteur.

### 3.4.3 Influence du terrain sur la recherche objective

Dans le cas du travail de recherche-intervention mené, l'influence du terrain est très présente. Elle est même nécessaire, car elle permet de construire l'intervention. Cette influence du terrain permet de choisir l'approche de l'intervenant-chercheur qui lui permettra de rentrer en contact avec le milieu d'étude (Buchanan et al., 1988). L'intervention réalisée s'adapte au milieu d'un chantier de construction au Québec et s'intègre dans sa culture.

Cette influence sur l'intervenant-chercheur doit cesser lors du travail d'analyse. Weick (1995) propose pour cela la négociation, entre les sponsors et l'intervenant chercheur, du cahier des charges de la recherche-intervention. Cette option a été choisie et se matérialise par une charte<sup>17</sup> négociée et approuvée par les sponsors du projet, l'intervenant chercheur et le directeur de recherche. Cette charte traite les sujets du « Contexte », des « Objectifs », de la « Philosophie », du « Plan d'action » et des « Résultats escomptés ».

Dans le but de séparer, sur le plan contractuel, les deux activités de recherche et d'intervention, le chercheur-intervenant est employé par le sponsor à temps partiel pour effectuer l'intervention. Il est, en parallèle, chargé de la mission d'analyse de cette intervention dans un contrat de recherche entre le sponsor et l'institution universitaire dont dépend l'intervenant-chercheur.

Le risque évoqué par Buono (2007) sous la forme d'une contagion du chercheur par le milieu et notamment les structures mentales de l'environnement qui l'entourent renvoie au second paragraphe de la sous-partie 3.4.2. Ce mal nécessaire est l'unique solution pour comprendre l'objet d'étude depuis l'intérieur. Les effets de cette influence sont traités par un retour fréquent au corpus de la littérature scientifique et l'observation de l'objet d'étude avec des acteurs hors de son environnement.

La présence du chercheur-intervenant au sein même de l'environnement d'étude lui permet de se rapprocher de l'information en supprimant un intermédiaire qui apporte, sans le vouloir, son interprétation.

---

<sup>17</sup> Voir ANNEXE D - Définition de la mission sur le projet ap60

### 3.4.4 Risque de dérive de la recherche vers un travail de consultation

Dans le cas de l'objet d'étude de ce mémoire, les possibilités de dérive vers une activité de consultation sont à prendre en compte avec beaucoup de sérieux. Cet aspect est d'autant plus important que des consultants ont été approchés dans le cadre de ce projet<sup>18</sup>.

Dans le cas de la consultation stricto-sensu, le travail de l'intervenant se limite à l'élaboration des diagnostics et l'animation des séances de projet. Le travail du consultant se limite à agir sur son objet de travail dans le cadre du cahier des charges qui lui est fixé.

Le rôle de l'intervenant-chercheur est plus large, même si la frontière avec le consultant est parfois étroite. Celui-ci va utiliser les outils de la consultation mais à des fins de technologie de recherche (Plane & Pérez, 2000). Les contraintes pesant sur le chercheur-intervenant (politique, culturel, temps ou même carrière) présentent le risque de dévier son travail vers une trop grande dimension pratique au détriment de la partie théorique.

La différence finale, développée par Plane (2000), entre les activités de consultation et de recherche-intervention se trouve être la production d'une connaissance, par l'intermédiaire d'une contribution à la littérature scientifique.

L'intervention menée par l'intervenant-chercheur utilise, les outils de la consultation pour réussir le déploiement de Centres d'Information au sein du projet de construction. Mais si ces technologies de la consultation sont utilisées, c'est avant tout pour être capable de produire une connaissance, objectif final de la recherche.

C'est à ce point que l'on peut déterminer la frontière entre consultation et travail de recherche dans le cas de cette étude. La participation d'un intervenant-chercheur a été préférée à celle de professionnels de la consultation, car la connaissance n'existe pas encore. Le processus de recherche-intervention joue ici son rôle pour permettre aux parties prenantes et à l'intervenant-chercheur de venir créer une connaissance.

Par là, le processus même de la recherche intervention vient empêcher la dérive vers un travail de consultation.

---

<sup>18</sup> Voir 2.3.5.1 - Début de l'implantation *Lean*



### 3.5 Les avantages de l'utilisation de la recherche-intervention

Le choix de réaliser l'implantation de Centres d'Information dans un projet de construction sous la forme d'une recherche-intervention présente plusieurs points délicats nécessitant une attention particulière. Cette méthode de recherche apporte aussi de nombreux éléments positifs qui sont détaillés ci-dessous.

La présence du chercheur, au quotidien, sur le lieu de travail, pour supporter les équipes dans le déploiement des nouveaux outils de travail relatifs à la culture *Lean* lui permet de rester connecté au terrain et de gagner en compréhension sur le mode de travail et sur le comportement des équipes. Il conserve aussi un contact direct avec la matière de travail de ses équipes (le chantier de construction) et est mieux à même de comprendre, au-delà des simples descriptions, où se situe matériellement l'action.

Au delà de la compréhension simplement matérielle de l'objet d'étude, la recherche-intervention et l'intégration à l'environnement de recherche demandée à l'intervenant-chercheur permettent à celui-ci d'avoir un rapport direct avec toutes les parties prenantes. Cette opportunité permet de comprendre les interactions de travail et de personne. Cette position permet d'établir un climat de confiance avec les équipes.

Ce fonctionnement positionne le chercheur directement au cœur de son objet d'étude. Dans le cas d'une recherche où les personnes et les comportements constituent des éléments centraux, cette position du chercheur le rapproche de l'information. Il est en mesure d'appréhender un très grand nombre de situations ou d'événements, parfois anodins, lui permettant de comprendre les bouleversements engendrés. Cette position permet aussi de supprimer des intermédiaires dans le recueil de l'information et de réduire ainsi la subjectivité inhérente aux propos recueillis par l'intermédiaire d'autres personnes.

La présence continue sur le terrain, sur une durée longue de un an, apporte la possibilité à l'intervenant-chercheur d'appréhender un cas de recherche dans sa globalité et prenant en compte l'évolution et non seulement une situation. Le chercheur-intervenant devient aussi capable de confronter ses observations personnelles aux retours d'information plus formels.

Enfin, la présence de l'intervenant-chercheur sur le terrain permet de faire évoluer le regard des parties prenantes sur le chercheur pour le considérer comme une personne appartenant à leur équipe et capable de leur apporter des connaissances.

### **3.6 Cueillette de données**

La récupération de l'information constitue l'un des défis de cette étude. Dans la même ligne que la validité de la recherche-intervention, la validité des relevés d'information à l'origine des analyses de ce travail de recherche doit être assurée.

Pour être la plus exhaustive possible, la récupération de l'information dans le cadre de cette étude va utiliser plusieurs types de source. On trouve, utilisées dans cette étude, les différentes sources d'informations suivantes :

- Les apprentissages de la littérature scientifique
- Le point de vue des parties prenantes
- Le point de vue des sponsors
- Le point de vue de l'acteur chercheur
- L'avis des experts techniques
- Le point de vue des visiteurs externes

Pour être capable de recueillir les informations relatives de toutes ces sources, différentes méthodologies de récupération de l'information sont utilisées. Elles ont pour but de s'adapter à chaque point de vue et de récupérer le type d'information souhaité qui sera ensuite analysé et traité.

#### **3.6.1 Apprentissages de la littérature scientifique et revue de littérature**

La littérature scientifique, au travers de la revue de littérature, sert de référence dans la conduite de la recherche. Elle permet notamment de définir le cadre de la recherche-intervention, les bases de la philosophie *Lean*, les bases de la philosophie *Lean Construction* ainsi que les principaux outils reliés à la philosophie *Lean Construction*.

La revue de littérature est principalement construite à partir de :

- Les cours suivis à l'École Polytechnique de Montréal
- Les ressources en ligne de la bibliothèque de l'École Polytechnique de Montréal et les banques de données auxquelles l'Université est abonnée
- La documentation interne de RTA et Rio Tinto
- Les articles scientifiques et présentations recommandés par des professionnels

### **3.6.2 Relevé de situation personnelle et impression du facilitateur**

Tout au long du processus de déploiement des Centres d'Information au sein du projet de construction, le facilitateur *Lean* représenté par le l'intervenant-chercheur tient un journal de bord lui permettant de consigner toutes ses observations personnelles.

Ce support constitue la base du relevé d'informations du facilitateur *Lean* sur le déploiement des Centres d'Information.

### **3.6.3 Avis des experts techniques**

Les personnes regroupées sous la dénomination d'experts techniques sont des personnes référence dans les domaines du *Lean*, du *Lean Construction* et de la Construction. Les experts apportent des points de vue et des observations très intéressants et permettent d'interpréter et comprendre les événements, réactions et modes de fonctionnements des acteurs d'un projet de construction.

### **3.6.4 Point de vue de visiteurs externes**

Grâce aux visites et rapports de visite de personnes ayant découvert la mise en place des Centres d'Information au Projet AP60, un nombre important de points relatifs aux différences observables avec les autres projets de construction de grande envergure du groupe Rio Tinto ont été décelés.

La présence de visiteurs extérieurs au projet AP60 apporte un point de vue novateur sur la mise en place des Centres d'Information ; elle est aussi une occasion donnée aux différentes parties

prenantes de cette implantation d'évoquer le sujet en dehors de la présence de l'intervenant-chercheur.

Ces entretiens entre visiteurs et parties prenantes de l'implantation des Centres d'Information sont ensuite intégrés anonymement au rapport de visite. Il s'agit d'une source d'information très précise car elle supprime le problème de réserve par rapport à l'intervenant-chercheur que peut engendrer la recherche-intervention.

### **3.6.5 Données provenant des parties prenantes (enquête)**

La récupération d'informations provenant des parties prenantes, dans le cadre du travail de recherche, constitue l'un des principaux défis de cette étude, notamment au regard de la position de chercheur-acteur de l'auteur. Dans cette activité, il est important de se couper du rôle d'acteur pour faire preuve d'impartialité. Cette attitude doit être partagée à la fois par le chercheur et les personnes interrogées.

#### **3.6.5.1 Forme de la consultation des parties prenantes**

Les parties prenantes sont invitées, au cours du mois du juillet, à exprimer leur point de vue en répondant à un questionnaire<sup>19</sup>. Pour assurer la plus grande objectivité possible dans les réponses des parties prenantes, les données sont récupérées de manière anonyme et confidentielle.

L'étude statistique porte sur cinq variables :

- Objectifs
- Attentes
- Craintes
- Forces freinantes et facilitantes
- Méthodes

L'utilisation du questionnaire doit, en supplément des observations de l'intervenant-chercheur, apporter une information quantifiable par rapport aux cinq variables ci-dessus.

---

<sup>19</sup> Voir ANNEXE G - Questionnaire de recueil d'impression

### 3.6.5.2 Construction du questionnaire

Le questionnaire proposé demande l'identification de l'équipe pour laquelle la personne travaille puis se construit autour des cinq variables précédemment présentées. Chacune de ces variables possède de un à douze items évalués selon une échelle de Likert à cinq points d'ancrage (Figure 3.2).

Ce mode de questionnement offre l'avantage de permettre un traitement statistique des réponses.

**Attentes :** Quels étaient vos **attentes initiales** pour le centre d'information?

Évaluez vos attentes en <u>cochant</u> la réponse la plus appropriée, selon vous. Certaines réponses sont proposées, vous avez la possibilité d'en ajouter.	N/A	Était FAIBLEMENT une ATTENTE	Était MOYENNEMENT une ATTENTE			Était FORTEMENT une ATTENTE
		1	2	3	4	5
Créer de la communication entre les groupes (cas du Centre d' Info Construction-VPO)						
Améliorer la communication						
Aligner les objectifs et méthodes de suivi						
Mise en lumière des éléments critiques						
Partage de l'information						
Identification des problèmes, irritants et menaces						
Rencontres de courte durée						
Processus formel de suivi des indicateurs choisis						
Accompagner la résolution de problèmes						

Figure 3.2 - Exemple de questions tirées du questionnaire

Une réponse libre est toutefois attendue sur quelques questions, ceci afin de permettre aux parties prenantes de faire part d'un avis plus personnel et de communiquer leur ressenti par rapport aux changements apportés par le *Lean*.

Le choix des variables et des items proposés pour chacune d'elle résulte d'une série d'entretiens réalisés avec les participants clés du déploiement des Centres d'Information.

Ces entretiens, réalisés en préalable à la construction des questionnaires, avec les acteurs clés du processus d'implantation représentent le second moyen de recueil d'informations auprès des parties prenantes. Les acteurs concernés par ces entretiens sont les directeurs de projet, les directeurs de construction et les directeurs VPO. Dans toutes ces rencontres, les personnels du maître d'œuvre et de son représentant qui occupent ces fonctions sont présents.

### **3.6.5.3 Méthodes d'analyses des résultats de la consultation**

Trente personnes ayant répondu au questionnaire, la taille de l'échantillon permet tout juste de supposer la normalité de l'échantillon des réponses. Pour être capable de réaliser des tests statistiques sur des sous-échantillons de l'enquête et ne pas nécessiter l'hypothèse de normalité des variables, il est choisi de n'utiliser que des tests statistiques non paramétriques pour leur robustesse dans le traitement des petits échantillons.

Chacun des tests statistiques réalisés dans le cadre de cette étude utilisera un risque d'erreur de 10% ou moins. De façon spécifique, quatre types de tests statistiques ont été utilisés.

#### **Test de Wilcoxon**

Ce test permet de comparer des moyennes appariées deux à deux pour mettre en évidence un écart significatif entre les réponses de deux items différents d'une même variable. L'utilisation de ce test est réalisée avec l'échantillon complet des répondants.

Ce test sera effectué systématiquement pour chacun des items d'une même variable et ce pour chaque variable, à l'exception d'« Objectif » qui ne contient qu'un item. Le test de Wilcoxon permet de faire ressortir des groupes d'items qui ont un écart significatif avec les autres groupes d'items d'une même variable. Pour définir un groupe, il ne faut aucun écart significatif entre les items qui le composent et, que chaque item qui compose le groupe présente un écart significatif avec tous les autres items à l'extérieur du groupe.

Un seuil  $p < 0,10$  permet de mettre en évidence un écart significatif entre deux items d'une même variable. Les résultats du test de Wilcoxon pour chacun des items et chacune des variables, à l'exception d'« Objectifs » qui ne contient qu'un item, sont disponibles en ANNEXE H.

#### **Test de Kruskal-Wallis**

Ce test permet d'effectuer une comparaison globale de moyenne entre les trois groupes visés (Construction, VPO et SSE) concernant chacun des items des cinq variables. Le résultat présenté nous permet de déterminer s'il existe un écart significatif entre les moyennes des trois groupes.

De plus, on appliquera la correction de Bonferroni<sup>20</sup>. Le seuil choisi est de  $p=0,20$ .

Les résultats du test de Kruskal-Wallis pour chacun des items de chacune des variables sont disponibles en ANNEXE I.

### **Test de Mann-Whitney**

Ce test permet d'effectuer, un complément du test de Kruskal-Wallis, une comparaison des moyennes deux à deux pour chacun des trois groupes des Construction, VPO et SSE et ce pour chacun des items des cinq variables.

Un seuil de  $p<0,10$  indique qu'il existe un écart significatif entre les moyennes des deux groupes comparés. Les résultats du test de Mann-Whitney pour chacun des items et chacune des variables sont disponibles en ANNEXE I.

### **Test de concordance de Kendall**

À l'inverse des deux tests précédents, le test de concordance de Kendall permet de comparer la priorisation des éléments ou des caractéristiques pour chacune des variables entre les trois groupes. La variable « Objectifs » ne contenant qu'un seul item, le test de concordance de Kendall n'est pas appliqué.

Un seuil de  $p<0,10$  signifie qu'il semble y avoir un accord entre les trois groupes. Donc, chacun des groupes priorise les éléments de la même façon. Les résultats du test de concordance de Kendall appliqués à chacune des variables, excepté « Objectifs », sont disponibles en ANNEXE J.

---

<sup>20</sup> La correction de Bonferroni est une méthode pour corriger le seuil de significativité dans le cas de comparaison multiple, une comparaison triple dans le cas qui nous intéresse. Le résultat de la correction de Bonferroni se traduit par une augmentation du seuil de significativité qui suit l'augmentation d'éléments entrant dans la comparaison.

### **3.7 Conclusion**

Dans cette étude, le choix d'une méthodologie de recherche-intervention permet au chercheur de tirer profit de sa présence au sein même de l'organisation. L'accès permanent au terrain offre au chercheur la possibilité d'effectuer un recueil d'informations très précis, en accord avec l'approche inductive du sujet de recherche.

La construction, d'après les informations précédemment recueillies, d'un questionnaire proposé aux parties prenantes du projet et l'analyse des réponses communiquées permettent au chercheur de confirmer ses observations et ses conclusions. La mise en œuvre de ce questionnaire vise également à réduire l'un des principaux biais identifiés dans la recherche-intervention, le risque de manque d'objectivité.

Les résultats présentés dans le chapitre 4 sont issus de cette méthodologie de recherche qui implique la présence permanente du chercheur dans l'organisation étudiée. Ces résultats seront ensuite analysés dans le chapitre 5.



## CHAPITRE 4 ANALYSE DE L'IMPLANTATION

Le cheminement proposé au lecteur dans cette partie suit la progression de la recherche. Il débute en analysant le processus d'implantation du concept *Lean Construction* au chantier AP60 ; cette partie développera ensuite le cas des parties prenantes selon les observations de l'intervenant-chercheur. L'analyse se poursuivra en traitant des outils mis en place dans le cadre de la démarche d'implantation du *Lean Construction*. Elle se terminera par l'interprétation des résultats obtenus suite à la consultation des parties prenantes par l'intermédiaire d'un questionnaire.

### 4.1 Analyse du processus de déploiement

Cette partie, traitant du processus de déploiement utilisé, analyse dans un premier temps la manière dont cette recherche-intervention s'est intégrée au projet de construction. Dans un second temps, cette partie décrit et analyse le processus de gestion du changement mis en place.

#### 4.1.1 Analyse systémique du changement

Le sujet de recherche touchant à la culture de travail de l'organisation, il est nécessaire d'utiliser une approche systémique. Cette approche apporte le bénéfice de considérer l'objet d'étude comme un tout où la modification d'un aspect amènera un impact sur chacun des autres.

Le changement, suivant l'approche systémique utilisée par Rio Tinto Alcan pour la gestion de changement, est placé à l'intersection de trois sphères représentant des dimensions de l'organisation : (voir Figure 4.1)

##### i. Système opérationnel :

Le système opérationnel correspond à toutes les procédures et méthodes de travail de l'organisation. Celles-ci peuvent être codifiées ou non. On y rattache, notamment, les standards de production, les flux de matière et d'information, le système qualité, les techniques et outils d'amélioration.

Les outils appartenant au concept de *Lean Production* et *Lean Construction* se trouvent à l'intérieur de cette dimension de l'organisation.

ii. Infrastructure de gestion

L'infrastructure de gestion intègre tout les éléments de support à la production de valeur et les schémas de fonctionnement organisationnel. Cette dimension de l'organisation renvoie, entre autre, au système de gestion des performances, au processus de développement des compétences, à la structure organisationnelle, aux fonctions supports, à la structure d'amélioration continue, etc...

La totalité des modes de gestion, des méthodes d'attribution des objectifs et de définition des priorités de l'organisation est rassemblée dans cette dimension de l'organisation.

iii. Mentalité et comportements

Mentalité et comportements sont le reflet immatériel de l'organisation. On rattache, notamment, à cette dimension les objectifs et alignements de l'organisation, l'esprit d'équipe dans l'exécution, les compétences, l'orientation vers le progrès et le leadership de gestion et la culture d'entreprise.

L'appropriation de la culture *Lean* se trouve dans cette dimension de l'organisation.

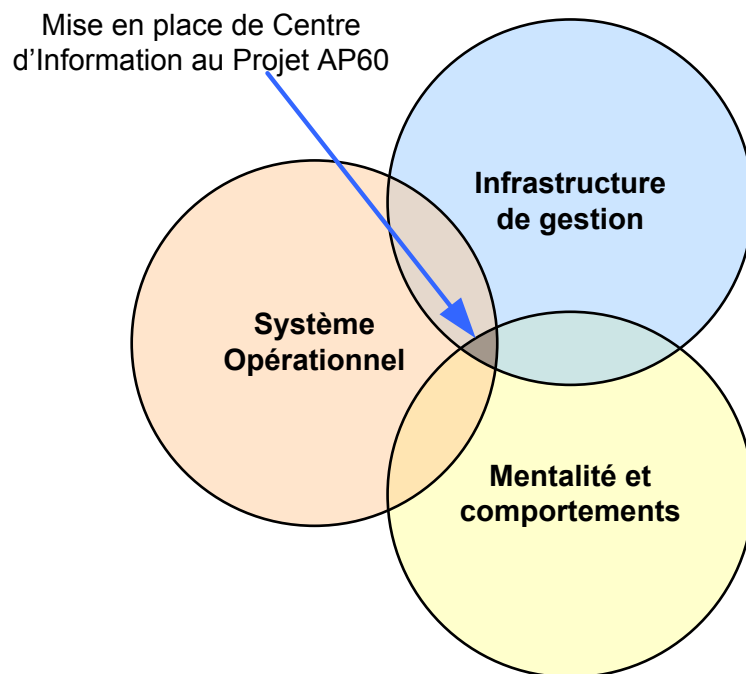


Figure 4.1 - Illustration de l'approche systémique (adaptée de Rio Tinto Alcan (2010))

Dans le cadre de cette étude, le mandat tel qu'il est présenté dans l'ANNEXE D pose une règle au déploiement du *Lean Construction* au sein du projet AP60, la non modification des structures organisationnelles du projet.

Cette exigence prend tout son sens avec le contexte dans lequel se trouve le Projet AP60 au début de la phase de déploiement. Le projet est en cours depuis environ quatre années et la phase d'exécution est très largement engagée (voir Figure 2.6). Les structures organisationnelles sont en place et fonctionnelles et connues de tous. Il serait imprudent de changer les modes de gestion d'un projet de cette envergure dans sa phase d'exécution.

Dans ces conditions et suivant le modèle d'approche systémique présenté précédemment, le changement souhaité amène à une situation de paradoxe. On désire modifier la dimension « Système opérationnel » de l'organisation sans toucher à celle de l'« Infrastructure de gestion » et en assumant que la troisième dimension, « Mentalité et comportements » trouvera sa place entre les deux autres (voir Figure 4.2 ci-dessous).

Un ajout à l'« Infrastructure de gestion » a été réalisé avec l'introduction d'une personne ressource dédiée. Cet ajout significatif n'est pas de nature modifier la perception de l'« Infrastructure de gestion ».

Cheminement du changement :

1. Dans les faits, il a été possible d'observer dans le cadre du projet de construction, une phase où, telle que le présente la figure ci-dessus, le « Système opérationnel » a été modifié pour intégrer des Centres d'Information. Cette évolution très visible a permis une légère évolution des « Mentalité et comportements » de la part des parties prenantes.
2. À ce moment, l'état d'équilibre du système est rompu.
3. Celui-ci va chercher un nouvel équilibre qui va prendre la forme d'une progressive réintroduction des précédentes méthodes de travail. Sans revenir totalement à son état initial, le système va trouver un état d'équilibre qui lui permet de conserver inchangé l'« Infrastructure de gestion ».

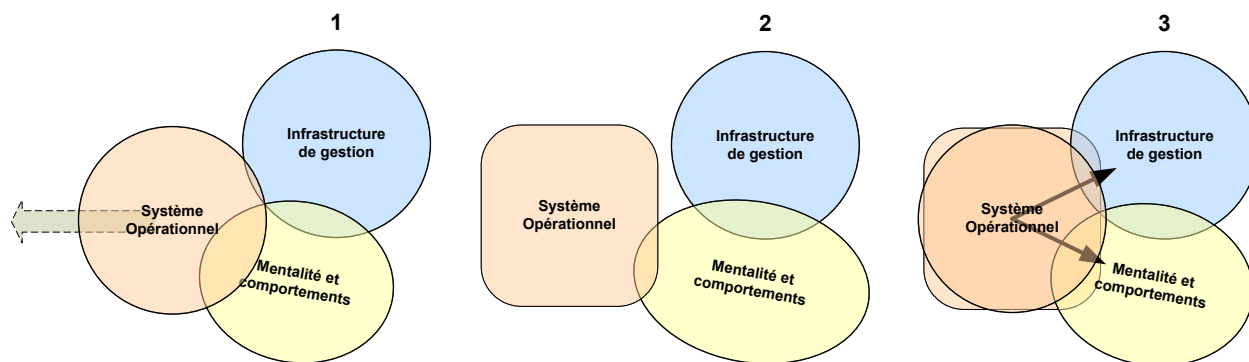


Figure 4.2 - Cheminement du déploiement du point de vue systémique

Loin d'être l'image d'un échec, ce cheminement est la preuve que l'introduction du *Lean Construction* est possible et qu'elle fonctionne. Il devient nécessaire de créer les conditions de maintien de cette nouvelle culture de travail. La création de ces conditions passera par la mise en place d'une « Infrastructure de gestion » conçue pour la situation d'équilibre souhaitée. Dans ce cas, le « Système opérationnel » et l'« Infrastructure de gestion » viendront guider l'évolution de des « Mentalité et des comportements ».

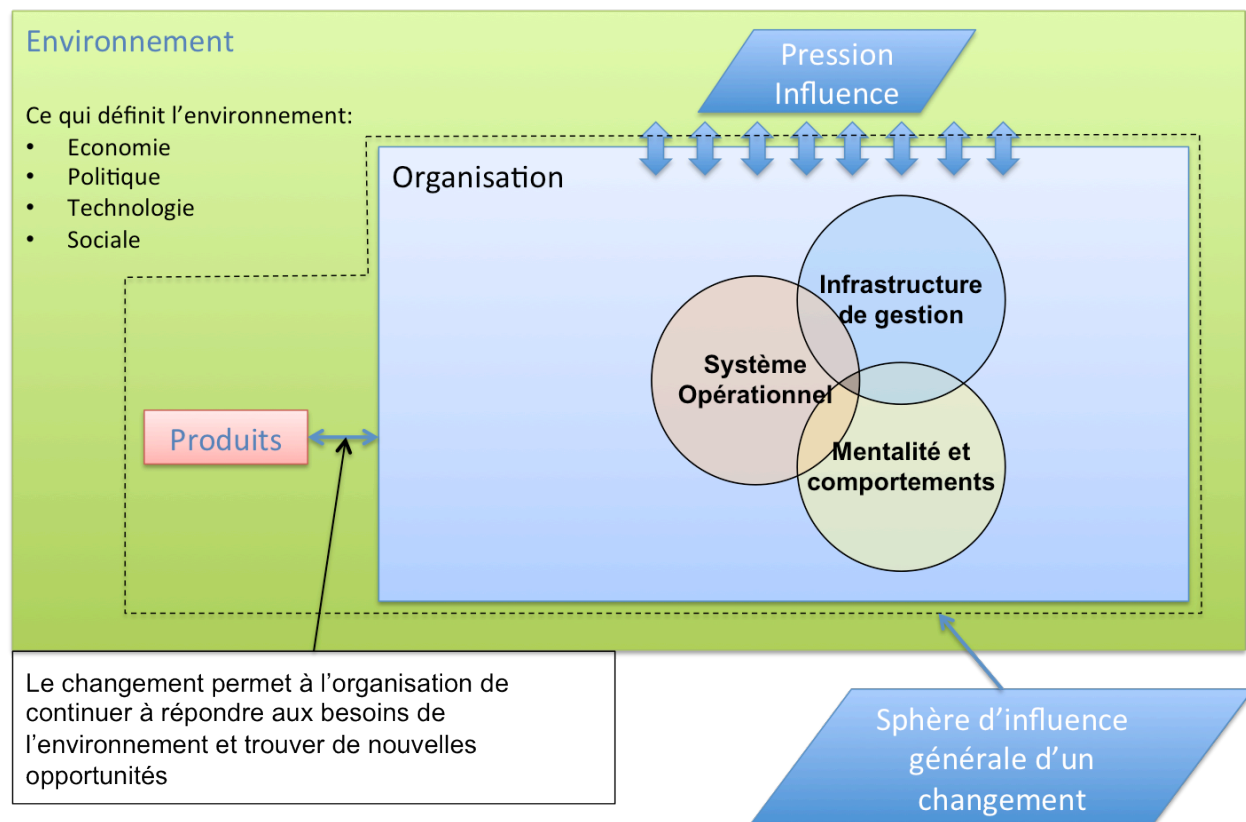
Ce schéma a déjà été réalisé dans le cadre du Projet AP60 pour créer une nouvelle culture SSE. La direction du projet a mis en place un « Système opérationnel » très performant (outil, formation, procédure,...) qu'elle a adossé à une « Infrastructure de gestion » orientée dans ce sens (gestion des performances, objectifs des gestionnaires et entrepreneurs, fonctions support,...). Ces démarches ont permis de modifier la culture SSE (Mentalité et comportement) des personnes travaillant sur le projet de construction et d'obtenir des performances de classe mondiale dans ce domaine.

#### 4.1.2 Gestion du changement

L'introduction d'une nouvelle culture de travail au sein d'une organisation nécessite un important travail de gestion du changement. Dans le cadre de l'introduction de la philosophie *Lean*, l'objectif est avant tout l'engagement des personnes, objectif qui rejoint l'idée défendue par Céline Bareil selon laquelle l'organisation ne change pas si les individus qui la composent ne changent pas.

Dans le cas du changement étudié dans cette recherche, l'Organisation et l'Environnement présentés dans la Figure 4.3 – Cartographie générique d'un changement représentent

respectivement le Projet AP60 (comprenant RTA, SLH et entrepreneur) et tout son environnement. Cet environnement se compose, pour partie, des fournisseurs externes, des riverains et des fonctions corporatives de RTA.



Source : cours IND8107 Polytechnique Montréal

Figure 4.3 – Cartographie générique d'un changement

La Figure 4.3 ci-dessus illustre le milieu dans lequel se met en place un changement et les forces en présence. La première observation se fait sur la présence de deux entités : l'organisation et l'environnement (qui lui-même englobe l'organisation). Chacune d'elle se caractérise par ses éléments propres. Ceux de l'organisation ont été définis au 4.1.1; ceux de l'environnement sont l'économie, la politique, la technologie et le social.

L'influence exercée par l'environnement sur l'organisation l'oblige à mettre en place des changements afin que l'organisation continue à répondre aux besoins de l'environnement.

#### 4.1.2.1 Influence de l'environnement sur l'organisation

Le contexte de mondialisation exerce une pression sur les entreprises du secteur de la construction, les incitant à obtenir des améliorations de performance. Cette pression encourage les entreprises du secteur à rechercher tous les moyens susceptibles d'améliorer leur performance.

A l'échelle du projet AP60, cette pression de l'environnement n'est pas sensible. Le projet étant largement avancé dans sa phase d'exécution et correspondants aux budgets et échéanciers prévus, il n'existe aucun sentiment d'urgence à modifier le fonctionnement déjà en place.

L'intérêt de la démarche est donc présenté comme une opportunité d'expérimenter de nouveaux outils, d'apprendre à les manier et de découvrir les gains apportés, le tout dans le cadre réel de l'exécution d'un projet.

#### 4.1.2.2 Processus de changement

Le processus de changement représente les étapes traversées dans la réalisation d'un changement. Ces étapes sont visibles à la fois chez les destinataires et dans l'organisation. Ils existent de nombreuses interprétations du changement mais deux d'entre elles retiennent l'attention. La première, développée à l'origine pour décrire les étapes du deuil, permet de comprendre les différentes phases par lesquelles passe un individu lorsqu'il est confronté à un changement. La seconde, plus globale, observe la motivation et la confiance des destinataires d'un changement au cours du temps.

##### 4.1.2.2.1 Étapes du deuil

La courbe (Figure 4.4) ci-dessous montre les différents états que vont traverser les destinataires d'un changement. La manifestation de chacun de ces états peut être différente d'un individu à l'autre mais il est important que chaque étape soit accompagnée.

Dans le cas d'un changement total, les individus traversent ces six étapes, chacun à leur rythme. Ce schéma représente la courbe du changement dans le cas de cette étude. L'existence de ce processus nous montre l'importance de donner du temps pour le changement et principalement lorsque l'urgence d'avoir recours au changement n'est pas clairement établie.

Dans le cas de l'implantation d'outils *Lean Construction* réalisée au projet AP60, ce processus de changement a été surtout observé avec l'équipe de construction. Il a commencé dès le début de

l'implantation du *Lean Construction*<sup>21</sup>. Pour cette équipe, l'été 2011<sup>22</sup> a représenté la période de la fuite et de l'émotion. Progressivement est apparue la phase d'acceptation passive durant la préparation de la stratégie 2012<sup>23</sup>. Le processus s'est continué pour arriver jusqu'à l'acceptation en fin de projet avec la reconnaissance des acquis et l'évocation d'une prochaine utilisation.

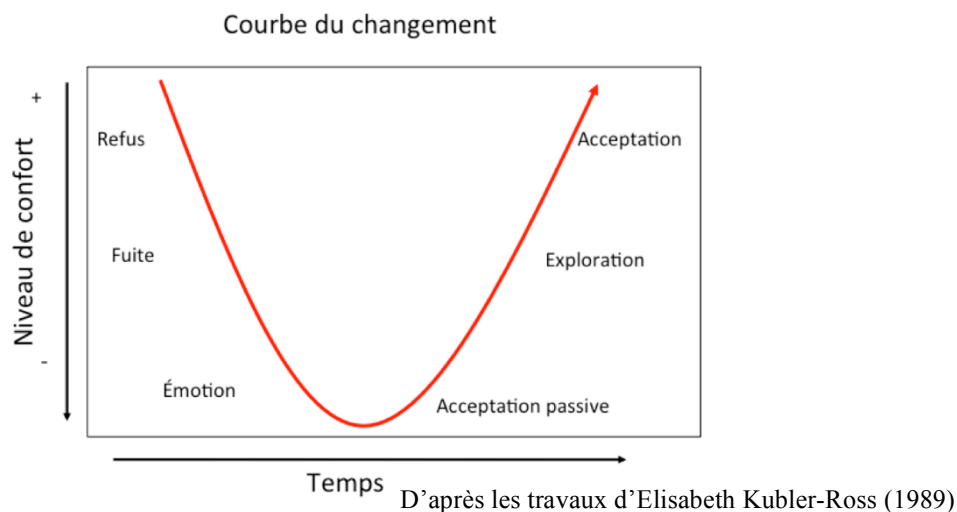


Figure 4.4 - Courbe présentant le processus de changement chez les personnes

Dans cette étude, le temps très long pris par ce processus est principalement dû à l'absence de sentiment d'urgence de mise en place du changement et au manque de vision de la situation attendue après changement. Une gestion différente de ces deux éléments aurait pu accélérer le processus mais elle était difficilement envisageable compte tenu du contexte et de la faible expérience en *Lean Construction* de l'organisation.

#### 4.1.2.2.2 Confiance et motivation des destinataires du changement au cours du temps

Le cas de l'équipe VPO est différent. Celle-ci ne se trouve pas dans une position de changement mais de construction. Elle ne traverse donc pas les six étapes du deuil évoquées précédemment mais se lance vers le nouveau défi proposé, l'utilisation des outils issus de la philosophie pour

<sup>21</sup> Voir 2.3.5.1 - Début de l'implantation *Lean*

<sup>22</sup> Voir 2.3.5.2 - Période de l'été 2011

<sup>23</sup> Voir 2.3.5.3 - Définition de la stratégie 2012

conduire ses activités. Ce défi est porté par les deux responsables de l'équipe qui voient dans cette implantation une opportunité pour leur équipe.

- Pour interpréter ce processus d'implantation, un autre modèle est nécessaire. On le trouve dans une observation du changement qui se base sur l'évolution de la confiance et la motivation d'une équipe dans le lancement d'un nouveau projet (Figure 4.5). Dans le cas de cette étude, ce projet revient à implanter les Centres d'Information. Cette lecture d'une implantation, développée par LMR Consultant (2008), observe quatre phases :
- **Démarrage** : la confiance et la motivation montent avec l'enthousiasme général. Les obstacles majeurs ont été identifiés et la planification semble parfaite.
- **Réalisation** : marque une prise de conscience du travail à mener, des adaptations nécessaires du processus de base aux besoins réels et l'apparition de problèmes non-envisagés. Cette phase est marquée par une importante baisse de motivation et de confiance dans le projet en cours.
- **Visibilité** : reflet d'un tournant, il se met en place une sensation d'accomplissement dans l'organisation. Même si tous les problèmes n'ont pas disparu, les données montrent des avancées.
- **Compréhension** : l'optimisme continue à se développer, on observe l'apparition d'une nouvelle dynamique. Le sentiment d'appropriation s'étend et s'amplifie.



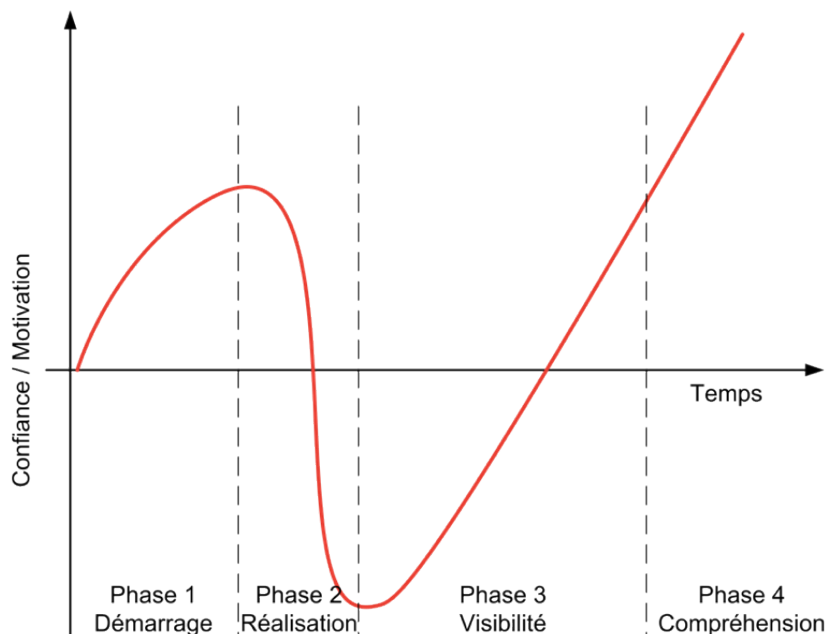


Figure 4.5 - Évolution de l'état d'esprit au cours d'une implantation

Il est possible de faire un parallèle entre ce schéma et le cheminement réalisé par l'équipe de VPO. Essentiellement les trois premières phases ont été visibles. La première correspond à la mise en place du Centre d'Information et à son utilisation jusqu'à la fin des pré-activités VPO. Ce tournant entraîne la seconde phase qui s'enchaîne rapidement avec la troisième. La remontée s'effectue mais n'arrive pas jusqu'à la phase 4 à cause de l'arrivée de la période de fin de projet et d'accélération des activités de l'équipe VPO qui réorganise ses priorités.

Cette évolution montre l'importance, dans le cadre d'un projet de durée déterminée, d'être capable de faire cheminer l'équipe rapidement vers la phase 4 en minimisant au maximum la phase 2. Le choix de la période l'implantation, le contexte de la mise en place et l'influence de l'environnement (autres équipes dans le cas présent) constituent des éléments très importants pour maintenir la confiance et la motivation, éléments moteurs de la mise en place des CI.

## 4.2 Analyse qualitative des parties prenantes

Le point central qui caractérise cette étude, qui lui donne son originalité et apporte une contribution nouvelle à la littérature scientifique réside dans l'intégration complète de l'intervenant-chercheur comme membre de l'équipe de projet. Cette place lui permet d'avoir un regard interne sur son objet d'étude. Cette sous-partie rassemble les analyses des parties prenantes liées aux observations directes de l'intervenant-chercheur.

### 4.2.1 Implication et engagement des parties prenantes

Le déploiement d'outils d'amélioration continue et leur utilisation pour obtenir des gains dans l'organisation nécessitent une implication et un engagement des parties prenantes. Le processus d'introduction d'outils d'amélioration continue et de la philosophie *Lean* sur le chantier de construction présenté précédemment<sup>24</sup> nous montre l'évolution de l'engagement attendu des parties prenantes. Il nous présente aussi l'évolution de leur implication.

L'expérience tirée de cette étude montre l'importance de l'implication et de l'engagement de chacun des acteurs dans l'introduction de la philosophie *Lean Construction*. Cette implication ne peut se construire que par l'exemplarité et le leadership depuis le maître d'œuvre vers les autres intervenants.

L'importance de l'implication du maître d'œuvre, par l'intermédiaire de la haute direction, du projet a été identifiée très tôt dans le cadre de cette étude et s'est trouvée confirmée dans les résultats de l'enquête menée avec les différentes parties prenantes (voir partie 4.4.5.4).

L'un des premiers paramètres qui permet de mesurer l'implication des parties prenantes dans l'utilisation des Centres d'Information se trouve dans la présence soutenue des personnes lors des rencontres.

Dans le but d'assurer une implication et un engagement le plus important possible de toutes les parties prenantes et une efficacité maximale pour les CI Transfert Construction-VPO et VPO, un personnel de la firme d'ingénierie a assuré la responsabilité de l'animation du CI et son leadership. Ce choix a permis de faire d'un outil, à l'origine choisi par le maître d'œuvre, l'outil utilisé par son représentant. De cette façon, il a été possible de créer un engagement qu'il n'aurait pas été possible d'obtenir de la part des membres de l'équipe de la firme d'Ingénierie.

Cette affirmation est illustrée par le cas du CI SSE dans lequel l'animation des rencontres et le leadership de l'outil sont toujours restés dans les mains du maître d'œuvre. La conséquence fut une implication très longue à acquérir de la part des personnels de la firme d'ingénierie, cette implication n'étant jamais devenue totale.

---

<sup>24</sup> Voir 2.3.5 - Chronologie de l'implantation *Lean* et 2.3 - Déploiement de la culture *Lean* sur le chantier du Projet AP60

L'importance d'obtenir le plus grand investissement et l'implication de la firme d'ingénierie vient de la position centrale de celle-ci dans la gestion de projet et de la prédominance de ses équipes sur le terrain. Il est important de travailler à créer un sentiment d'appropriation pour ces personnes.

Ceci passe notamment par :

- Une place importante dans le processus de mise en place
- Un rôle important dans l'animation
- La responsabilité de développement et mise à jour de plusieurs indicateurs
- La reconnaissance du travail

Sans être capable de mesurer scientifiquement l'implication et l'engagement des personnes participantes à l'introduction de CI dans le cadre d'un projet de construction, ces éléments peuvent être appréciés au regard de la forte présence des personnes lors des rencontres.

## **4.2.2 Niveau d'utilisation des Centres d'Information**

La philosophie *Lean*, dans son application, passe par un changement de culture. De la même manière que la santé ou la sécurité ne peuvent être l'affaire du seul responsable SSE mais bien de tous les travailleurs, la réduction des gaspillages est une action collective dans laquelle le facilitateur *Lean* indique le chemin.

Cet engagement de tous doit se retrouver, dans le cas de l'utilisation de l'outil Centre d'Information, dans une transparence la plus importante possible vis-à-vis du processus pour exprimer les craintes, les écarts et les problèmes. Cette modification des comportements doit s'accompagner d'une modification des modes de reconnaissance. Ceux-ci doivent être basés non plus sur l'absence de problème remonté par les personnes mais sur la capacité de celles-ci à les résoudre (Humeau, 2008).

### **4.2.2.1 Une culture sans blâme**

L'intérêt d'une organisation ne réside pas dans la présentation d'un tableau de bord affichant uniquement des indicateurs au vert. Un tel outil ne favorise aucune possibilité d'amélioration des performances. Or, le principe de base de la philosophie *Lean* est de venir accroître les

performances par la réduction des gaspillages en facilitant leur mise en évidence et en permettant leur élimination. Seuls les points de difficulté doivent être mis en valeur ; il n'est pas nécessaire de travailler à optimiser un processus qui fonctionne bien par rapport aux autres. Il s'agit de mettre en place une gestion par exception.

Dans le cadre de l'expérimentation de la philosophie *Lean* dans un projet de construction, il a été noté une difficulté des personnes à évoquer et partager ouvertement les problèmes et les craintes auxquels ils font face devant un auditoire. Cette fierté associée à la culture du résultat est un phénomène classique dans un contexte Nord Américain et occidental. Plusieurs explications permettent de comprendre pourquoi, dans le cadre du projet de construction où se déroule cette expérimentation, l'état de transparence optimal n'a pas été atteint.

Il est possible d'identifier un facteur temps. Il n'est en effet pas imaginable de pouvoir modifier la culture d'un groupe de professionnel en quelques mois sur un sujet aussi profond que le fonctionnement personnel dans l'environnement professionnel. Même si le changement de culture n'a pas eu lieu, le travail réalisé sur le sujet a permis d'influencer les comportements et des évolutions notables ont été observées<sup>25</sup>.

Comparativement à une activité industrielle, le secteur de la construction est un processus évolutif. Dans ce cas, il est impossible d'obtenir un processus constant et prévisible. Il est très fréquent d'observer des écarts par rapport aux plans. Ces écarts sont gérés à tous les niveaux de l'organisation et constituent des ajustements courants. On retrouve ici une des bases de l'outil « Last Planner »<sup>26</sup>. Avec l'introduction de la philosophie *Lean Construction*, l'organisation se pose la question de savoir si un écart ou une crainte est à traiter ou pas au niveau du CI.

Un autre élément d'importance capable de restreindre la transparence dans le partage des craintes et problèmes réside dans la confiance que le locuteur porte à son auditoire. Il n'est jamais facile de partager un problème quand « on ne sait pas qui va en entendre parler ». Une illustration de cet élément freinant est observé dans le cadre des rencontres mises en place entre les équipes de Construction et de VPO réunissant les deux secteurs du chantier. Les personnes présentes avaient

---

<sup>25</sup> Voir ANNEXE K - Interaction des parties prenantes

<sup>26</sup> Voir 1.3.1 - « Last Planner »

du mal à évoquer ouvertement les problèmes rencontrés devant l'autre équipe et revenaient, plus ou moins consciemment, à l'évocation des actions réalisées plutôt qu'aux craintes.

Pour permettre l'évocation des craintes et problèmes, un important travail a été réalisé pour transformer la rencontre en un espace de confiance<sup>27</sup>. Pour y parvenir, le nombre de personnes assistant à la rencontre a été réduit, les deux secteurs se sont rencontrés individuellement et la haute direction n'assistait plus aux rencontres. D'abord imaginé comme un effet positif pour montrer son implication, la présence occasionnelle de représentants de la haute direction du projet, mêmes passifs, avait comme effet négatif le changement de la dynamique de la rencontre qui devenait une séance de présentation de « ce qui va bien » et empêchait l'évocation des craintes de l'équipe.

L'utilisation du Centre d'Information de direction (niveau 0), dès sa mise en place, a montré une plus grande facilité des utilisateurs pour évoquer les craintes. Ceci peut être expliqué par le niveau hiérarchique plus élevé des personnes présentes. Les freins à l'évocation des craintes et problèmes dans le cadre de ce Centre d'Information proviennent des mécanismes de remontée des informations et des craintes depuis les autres Centres d'Information.

Tous ces éléments sont à prendre en compte pour être capable d'introduire la philosophie *Lean* au sein d'une organisation dans de bonnes conditions de déploiement, ceci dans le but d'arriver à une culture de travail dite « sans blâme » qui doit être mise en place dans l'organisation pour s'assurer que les craintes et les problèmes soient soulevés. L'énergie collective doit ensuite être utilisée dans la résolution de problèmes et non dans la recherche de culpabilité.

Il est à noter que la mise en place d'une culture de transparence est souvent mal acceptée car elle ambitionne de faire partager le savoir. Dans le cas d'un projet, la compétence des ressources humaines rassemblées pour l'exécution de celui-ci est la force de chacune des parties prenantes. Chercher la transparence et le partage des connaissances est parfois vécu comme la volonté d'enlever une partie de ce qui fait la valeur de chacun.

---

<sup>27</sup> Voir ANNEXE K - Interaction des parties prenantes

### 4.2.3 Rôle du facilitateur

Le facilitateur de l'introduction de nouveaux outils doit avoir pour objectif l'appropriation de celui-ci par ses utilisateurs. Pour être capable de parvenir à ce résultat, il est impératif, pour le facilitateur, de se comporter en agent de changement et de conduire celui-ci avec les destinataires. Il ne doit pas être perçu comme le propriétaire de l'outil, comme son utilisateur ou comme l'agent de fonctionnement de celui-ci.

Dans ces conditions, le facilitateur doit développer la stratégie<sup>28</sup> avec les sponsors du projet et la présenter aux différentes parties prenantes. L'objet d'étude de cette recherche a connu une stratégie évolutive<sup>29</sup>. Cet élément a affecté le travail de communication du facilitateur et a brouillé une partie du message à transmettre.

Le facilitateur agit dans un cadre parallèle à l'organisation hiérarchique dans la mesure où il travaille avec diverses équipes et à plusieurs niveaux de l'organisation. Cette position lui confère une grande liberté d'action, mais aussi le défi de s'intégrer à chacune des équipes qu'il supporte pour être capable d'influencer celles-ci et de les guider.

Dans son intégration aux équipes, le facilitateur doit être capable d'amener celles-ci à consacrer une partie de leur temps à l'activité qu'il propose. Dans le cadre d'une activité industrielle, ce type d'activité est aisément planifiable. Dans le cadre d'un projet de construction, une partie plus importante du temps est passée à gérer des imprévus et des urgences. Le facilitateur doit arriver à intégrer son activité sans perturber le processus global d'exécution du projet.

Le facilitateur doit donc choisir une période au cours de laquelle le sentiment d'urgence ressenti par les équipes est plus faible, idéalement dans le début de l'intégration des équipes.

Dans son action, le facilitateur ne doit pas effectuer les opérations de maintien de l'outil ou gérer son utilisation, car, dans ce cas, l'appropriation n'aurait pas lieu et aucune prise d'indépendance de l'équipe utilisatrice ne pourrait se faire. Le facilitateur est un guide qui doit montrer le chemin.

---

<sup>28</sup> Voir 2.3.3 - Plan d'action

<sup>29</sup> Voir 2.3.5.4 - Évolution de l'envergure courant 2012

### 4.3 Outils

Le concept de *Lean Construction*, à l'instar du concept de *Lean Production*, est constitué à la fois d'une culture de travail tournée vers l'amélioration continue et d'outils supportant cette culture de travail en formalisant et standardisant les activités.

Cette partie analysera le niveau d'adéquation des outils mis en place au chantier AP60 en traitant de leur processus d'implantation, de leurs performances et de l'intérêt porté par les utilisateurs concernant les opportunités futures de leur utilisation.

Dans un premier temps, cette partie se concentrera sur le déploiement des Centres d'Information, principal outil étudié, pour ensuite traiter les autres outils mis en place au Projet AP60.

#### 4.3.1 Organisation et construction du réseau des Centres d'Information

L'organisation finale du réseau de Centres d'Information mis en place au sein du projet de construction est représentée par la Figure 2.9. La construction de cette architecture suivant les schémas fonctionnels du projet (Figure 2.3) résulte des choix de mise en place effectués entre août et décembre 2011.

Cette façon de procéder est apparue naturellement et a permis de réduire le nombre de responsables à impliquer tout en focalisant l'effort sur les transferts de lots de réception mécanique entre les équipes de Construction et de VPO. Ce processus est défini dans la sous-partie 2.3.5.3 - Définition de la stratégie 2012.

Appliqué à la structure fonctionnelle complète du projet, le schéma retenu peut être représenté de la manière suivante (Figure 4.6) :

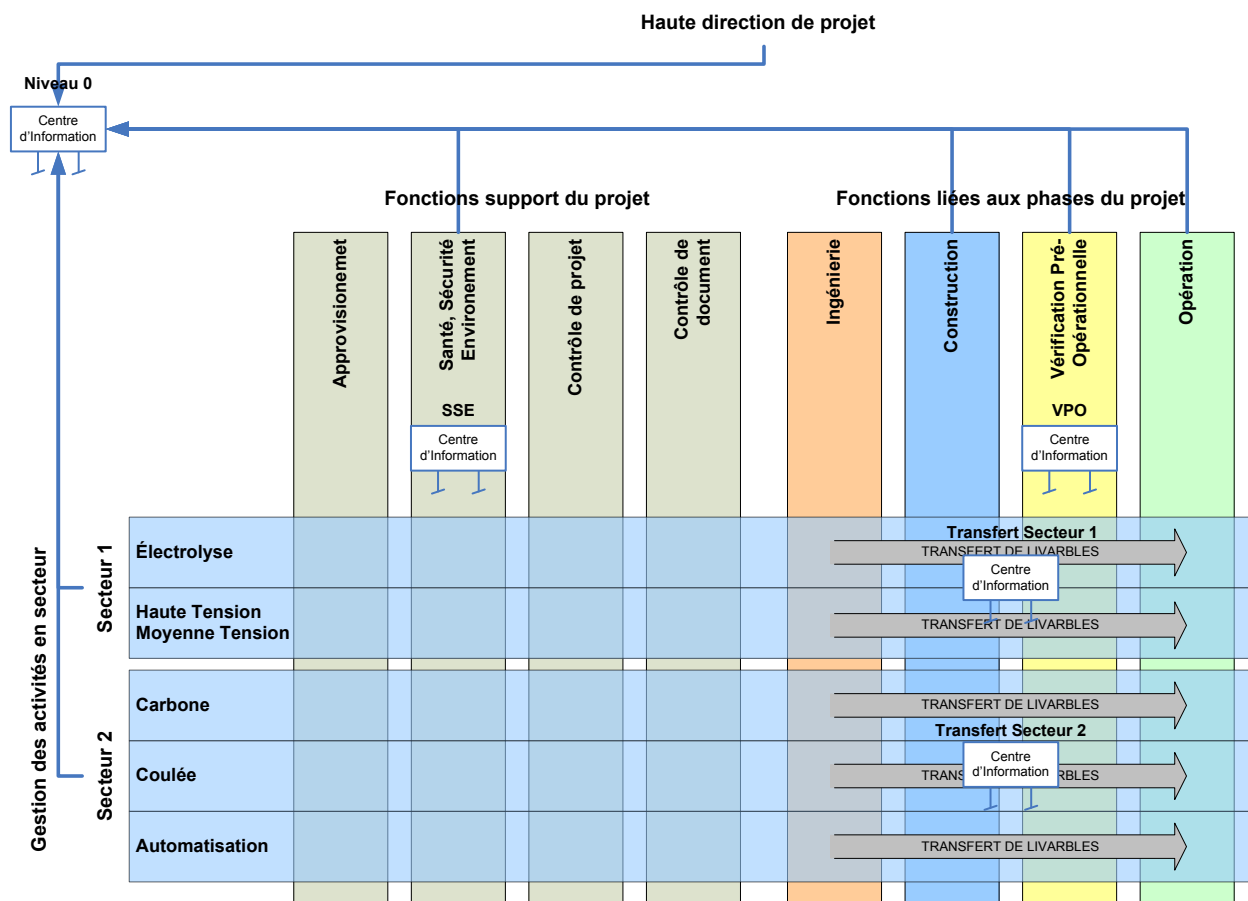


Figure 4.6 - Organisation matricielle du projet présentant les différents Centres d'Information

#### 4.3.1.1 Mise en place des Centres d'Information

Chacun des Centres d'Information mis en place a suivi un processus de déploiement différent. Chacun des processus suivis a permis d'adapter le déploiement aux équipes et de pouvoir les supporter à la cadence qu'elles ont définie. Le tableau en ANNEXE L retrace les différents processus de déploiement des Centres d'Information et les particularités de chacun des groupes.

Les différents mode de construction et déploiement des Centres d'Information ont permis de faire apparaître les bonnes pratiques, les incontournables et les particularités d'utilisation de l'outil dans un projet de construction.

Les Centres d'Information fonctionnant le mieux sont VPO et Niveau 0, le Niveau 0 est celui ayant atteint son stade de maturité le plus rapidement. Dans ces conditions, les résultats de cette étude favorisent la réalisation d'ateliers de mise en place rassemblant une équipe (qui peut être réduite) et durant, au minimum, une demi-journée. Cette rencontre permettra de définir les



besoins et apports des participants au forum en leur permettant d'exprimer leurs craintes et leurs besoins vis-à-vis du nouvel outil. Il est important de ne pas faire durer le processus de déploiement sur une période trop longue pour être sûr de conserver toutes les parties prenantes impliquées.

La durée d'utilisation de l'outil étant limitée dans le temps et la fin de l'utilisation correspondant à la fin du projet, il est important de s'assurer que l'investissement (matériel et humain) qui est placé dans un tel outil enregistre des retours. Pour que cela soit possible, il faut que l'outil atteigne le plus rapidement possible sa phase de maturité et permette de trouver des gains.

Chaque morcellement du processus de mise en place d'un Centre d'Information, initiative pour passer outre les étapes essentielles de préparation, ne conduit qu'à retarder l'arrivée à maturité de l'outil. L'expérimentation réalisée au sein du projet AP60 a montré l'importance des gains réalisés quand la phase de préparation est réalisée dans sa totalité et sans raccourci.

#### **4.3.1.2 Sens de déploiement des Centres d'Information**

La mise en place des différents Centres d'Information s'est réalisée de bas en haut dans le cas de ce projet. Cette méthode, issue de la stratégie choisie<sup>30</sup>, va à l'inverse de ce que l'on peut observer dans les installations industrielles. Un développement du réseau depuis la direction de projet offre divers avantages qu'il aurait été intéressant d'avoir dans le cas de l'expérimentation menée :

- Un schéma de construction haut en bas permet de développer un leadership par l'exemple. Celui-ci a pour but de faire découvrir le nouvel outil progressivement aux différentes strates de l'organisation
- Débuter avec la direction lui offre la possibilité de définir les informations souhaitées pour suivre le processus et construire la remontée d'indicateurs selon les besoins de la direction
- Cette construction permet en outre de démarrer celle-ci le plus tôt possible. Cette opportunité ne peut être négligée dans le cadre d'un projet de construction qui, par

---

<sup>30</sup>Voir 2.3.5.3 - Définition de la stratégie 2012

définition, est à durée limitée. Dans ces conditions, l'introduction d'un outil doit s'assurer que celui-ci atteigne sa maturité et procure des gains avant la fin d'un projet.

### 4.3.2 Niveau d'utilisation des Centres d'Information

L'activité d'un projet de construction nécessite un important travail de coordination entre équipes dans le contexte d'un environnement en constante évolution. Cette problématique n'est pas présente dans les mêmes proportions dans le cadre d'activités industrielles.

Il est important de faire la distinction entre une rencontre de coordination et l'utilisation d'un Centre d'Information :

- Le Centre d'Information doit permettre de suivre l'état d'un processus grâce à des indicateurs, de faire ressortir les craintes et de déclencher des prises d'action dans les zones de contrôle ou d'influence du groupe<sup>31</sup>
- La rencontre de coordination permet de régler et d'aligner l'activité de plusieurs groupes pour permettre l'exécution du travail dans les meilleures conditions

La mise en place d'un Centre d'Information traitant uniquement du processus de transfert entre les équipes de Construction et de VPO est basée sur une volonté de mélanger les deux genres. Cette rencontre devait à la fois servir à suivre le processus de transfert et permettre de réaliser la coordination entre les groupes.

La construction du Centre d'Information de suivi et de transfert de Construction vers VPO a permis de mettre en place la coordination entre les deux équipes mais n'a pas réussi à construire un outil fiable de suivi de processus. L'une des raisons est le manque de données disponibles sur l'avancement des activités de construction. Les données accessibles sont développées pour permettre la conduite de l'exécution des activités de construction et non l'achèvement de la construction des systèmes à transmettre à l'équipe VPO.

Le besoin de coordination des équipes n'a pu être pris en charge par l'outil Centre d'Information et a nécessité la mise en place d'une seconde rencontre dédiée à cette activité.

---

<sup>31</sup> Voir Figure 1.12 - Définition de la zone de contrôle d'un processus par une équipe

L'importance des activités de coordination et les nombreux mouvements de planification sur un chantier de construction doivent absolument être pris en compte dans le cadre d'implantation d'outils *Lean* et particulièrement du Centre d'Information.

Dans les conditions présentées, le risque existant est de voir un Centre d'Information se transformer en une simple rencontre de présentation de l'information et des ajustements pris lors d'une rencontre de coordination. Il s'agit, en partie, de ce qui a pu être observé dans le cas du Centre d'Information entre les équipes Construction et VPO où la prise d'action et l'amélioration du processus se sont retrouvées étouffées derrière le rapport de la rencontre de coordination.

Pour les autres Centres d'Information mis en place dans le cadre du projet de construction, ce mélange entre coordination et gestion du processus n'est pas apparu. La différence notable qu'il existe entre ces Centres d'Information et celui de suivi du transfert de Construction vers VPO se situe dans la composition du groupe qui utilise l'outil. Si dans tous les cas des personnels du maître d'œuvre et de son représentant sont présents, le Centre d'Information Construction-VPO, comme son nom l'indique, rassemble des personnes travaillant pour deux fonctions différentes.

Les Centres d'Information déployés dans le cadre du projet n'ont jamais atteint la maturité que l'on retrouve dans leur équivalent en usine. Cet état s'explique aisément par le peu de temps d'activité des Centres d'Information au sein du projet (de 8 à 10 mois) mais surtout par le niveau d'exposition très faible aux problématiques d'amélioration continue des parties prenantes avant de participer à cette expérimentation. Le chemin parcouru par tous les participants dans leur compréhension de la philosophie *Lean* est considérable et l'utilisation des Centres d'Information a apporté de nombreux gains notamment dans le suivi de processus et l'alignement et la communication entre les fonctions.

### 4.3.3 Transferts horizontaux et système « Pull » (flux tiré)

La mise en place du Centre d'Information qui réunit les équipes de Construction et VPO a permis de poser la première pierre de la communication horizontale entre ces deux équipes. Cette mise en place passe notamment les deux activités :

- Analyse FIPEC : Fournisseur, Intrant, Processus, Extrant et Client<sup>32</sup>

Cette activité, réalisée en groupe, a pour objectif de définir les tenants et les aboutissants du processus de travail d'une équipe pour comprendre où se trouvent les éléments importants. Cette activité permet d'aligner l'équipe de travail sur la compréhension du processus de travail. A partir de cette activité, il est possible déterminer les ICP nécessaires pour suivre l'état du processus.

- Création du Calendrier maître<sup>33</sup>

La création du calendrier maître permet à une équipe d'établir un plan, accepté de tous, gérant la programmation des futures activités suivant des jalons.

Le mode de réalisation de ces deux exercices, en commun et avec une participation de tous, éloigne le risque d'acceptation implicite susceptible d'avoir une influence négative sur le processus de travail par la suite.

L'affichage du processus de travail et des jalons qui y sont associés sur un support visible de tous oblige les représentants des deux équipes à s'exprimer sur les points de désaccord et à prendre position. Cette étape, susceptible de créer des tensions, est d'une très grande importance, car elle permet l'alignement des équipes et de tous les personnels sur les processus de travail.

Cette étape d'alignement de travail entre les deux équipes concerne autant les jalons de projet que les processus. C'est au cours de cette activité, et notamment de celle concernant le développement du Calendrier Maître, qu'un système de flux tiré commence à être mis en place.

Les équipes en aval du processus de projet, Opération et VPO ont, au cours de cet exercice, défini leurs exigences basées sur les éléments mis en avant dans le FIPEC.

---

<sup>32</sup> Voir ANNEXE S - FIPEC de construction DU CI VPO

<sup>33</sup> Voir ANNEXE T - Calendrier maître utilisé sur le Centre d'Information N0

La négociation entre les différents acteurs a ensuite permis de construire une planification des principales activités de transfert d'équipement vers le client final conduite selon ses besoins. Le flux tiré de travail a ensuite amené chacune des équipes en amont à organiser son activité suivant le plan défini.

Les Centres d'Information des équipes concernées et de la direction servent ensuite à suivre l'exécution de ce plan ; ceux-ci deviennent les outils du flux tiré.

Au sein des Centres d'Information, des flux tirés s'organisent autour d'ICP suivant la capacité de l'équipe en amont à livrer en temps, suivant la préparation de l'équipe en aval à recevoir les transferts et suivant la progression des activités propres à l'équipe.

La construction des Centres d'Information a permis d'aligner les équipes entre elles sur des processus de travail en évitant les zones grises, de mettre en place des jalons définis suivant les besoins du client final du projet et d'assurer un forum de communication hebdomadaire pour suivre le plan défini.

#### **4.3.4 Construction des ICP**

Les ICP représentent l'un des points centraux de la philosophie *Lean* car c'est grâce à eux que l'on peut mesurer et suivre les performances pour ensuite améliorer celles-ci en éliminant les gaspillages et optimisant les processus<sup>34</sup>.

Pour être efficaces, les ICP doivent coller au plus près du processus. Il convient donc de refuser de fournir aux futurs utilisateurs de Centres d'Information un « kit » d'indicateurs prêts à l'emploi.

La construction de ces indicateurs résulte d'un processus complet qui intègre une part de gestion du changement permettant l'appropriation de ces nouveaux outils par les parties prenantes. Pour les quatre Centres d'Information déployés dans le cadre du projet de construction, la méthode de création des ICP s'est adaptée.

Liste des ICP développés visibles en ANNEXE M.

---

<sup>34</sup> Voir 1.4.3 - Indicateurs de mesure au sein d'un projet

### **Cas du Centre d'Information SSE (voir visuel en ANNEXE N)**

Dans le cas de ce CI, l'équipe n'a jamais souhaité réaliser une réflexion de groupe sur les objectifs et les intentions qu'elle se fixait pour l'utilisation de cet outil. Dans ces conditions, les ICP sont construits individuellement par chacun des participants afin de suivre les processus dont il a la charge.

Ce mode de fonctionnement permet de créer des ICP proches de la réalité et utilisant des données justes, mais il rend difficile la compréhension de tous les ICP par chacun des participants aux rencontres du CI. Un autre inconvénient d'un tel fonctionnement se trouve dans l'absence de cohérence globale des indicateurs sur un objectif clair.

### **Cas du Centre d'Information Transfert Construction-VPO (voir visuel en ANNEXE O)**

Dans le cas de ce CI, une réflexion globale a permis de définir l'axe de travail et les différents ICP souhaités par l'intermédiaire d'une analyse FIPEC. Ce type de fonctionnement permet la cohérence des informations présentées et la construction d'ICP reflétant la réalité.

Néanmoins, l'absence de données exploitables pour certains ICP souhaités a empêché leur création.

L'évolution du processus a amené les équipes à changer les ICP. Au lieu de développer spécialement de nouveaux ICP pour le CI, les indicateurs mis au point pour les rapports hebdomadaires ont été présentés sur le CI. Ce choix a complexifié les informations présentées pour les faire passer de leurs fonctions d'ICP (servant à surveiller que le processus est sous contrôle) vers une fonction d'information de suivi de processus ne donnant pas l'état de contrôle.

### **Cas du Centre d'Information VPO (voir visuel en ANNEXE P)**

Les ICP sont orientés suivant les résultats d'une analyse FIPEC<sup>35</sup>. Le choix des indicateurs pertinents au maintien sous contrôle du processus a été assuré. La construction des ICP a, par contre, été réalisée par une unique personne responsable de la base de données. De cette manière, les données disponibles ont été utilisées à leur maximum et la construction des ICP a été rapide.

---

<sup>35</sup> Voir ANNEXE S - FIPEC de construction DU CI VPO

Mais cette méthode complique le processus d'appropriation des indicateurs par leurs utilisateurs qui ne comprennent pas toujours ce qu'ils représentent.

### **Cas du Centre d'Information Niveau 0 (voir visuel en ANNEXE Q)**

Il est possible de découvrir les ICP présents sur le Centre d'Information N0 en ANNEXE R.

Le choix des ICP à utiliser dans le CI Niveau 0 s'est réalisé en groupe restreint lors de la demi-journée consacrée à la création de celui-ci. Le processus suivi est passé par une gestion de changement permettant d'exprimer les évolutions souhaitées par l'utilisation d'un CI, puis par une analyse FIPEC et ensuite par la construction du Centre d'Information lui-même.

Le développement des ICP a ensuite été confié à chacun de leur propriétaire.

Ce mode de fonctionnement permet de combiner une forte cohérence du choix des ICP avec le processus suivi tout en s'assurant une bonne appropriation des ICP par leur propriétaire. La session en groupe restreint offre l'avantage d'un travail efficace et d'un forum permettant d'exprimer en confiance les doutes et les besoins concernant le futur outil.

Ce mode de fonctionnement a permis de construire le CI dans lequel les ICP ont été le plus rapidement fixés et sont restés les plus stables.

### **Différence d'information suivie entre un projet et l'opération**

La revue de littérature a permis de mettre en évidence les différences existantes entre le secteur de la construction et le secteur de la production industrielle (1.2.2 - Particularités de l'industrie de la construction). La mise en place d'ICP reflète le caractère temporaire et évolutif des projets en les représentant sous des formes d'indicateurs cumulatifs associés au pourcentage d'avancement ou d'exécution d'un nombre d'activités<sup>36</sup>.

L'utilisation de ce type d'ICP est très peu compatible avec une re-planification constante des activités en retard, cette re-planification annulant toutes apparitions de retard. L'objectif de l'ICP est de pouvoir suivre dans le temps la tendance d'évolution du processus et de sa tenue sous contrôle. Pour y parvenir, il faut que l'indicateur et donc la planification qui le construit soient stables dans le temps.

---

<sup>36</sup>Voir ANNEXE U : Exemple d'ICP cumulatif

Une fois que les impacts de la re-planification ont été identifiés, celle-ci a été complexifiée. Cette initiative permet d'encourager l'analyse des glissements et de privilégier de nouvelles prises d'action par la résolution de problème<sup>37</sup>.

### **Apprentissages**

Il faut réduire au maximum la complexité des ICP pour permettre leur compréhension par tous. Ceci doit être réalisé, en ayant à l'esprit qu'un ICP n'est pas un outil pour rapporter de l'information, mais savoir si le processus est en contrôle. Dans cette idée, le CI n'est pas un lieu où l'on vient analyser et interpréter des indicateurs, mais déclencher des prises d'action lorsqu'un ICP montre une perte de contrôle.

Pour être utilisable, un ICP doit être stable dans le temps. Les zones qui définissent si le processus suivi est sous contrôle ne doivent évoluer qu'occasionnellement et principalement pour accompagner une augmentation des standards. L'introduction des ICP dans des projets a fait apparaître une difficulté à suivre le contrôle d'un processus en évolution. Les observations réalisées sur le terrain amènent à favoriser des ICP relatifs<sup>38</sup> plutôt que cumulatifs<sup>39</sup>. Ceux-ci sont moins sensibles aux diverses et parfois trop fréquentes re-planifications qui faussent la lecture d'un ICP<sup>40</sup>.

Le processus de projet est en constante évolution : pour être capable de le suivre, les ICP présents sur le CI doivent pouvoir évoluer rapidement, non pas dans les limites de contrôle de processus - celles-ci doivent être stables - mais en agissant sur les éléments suivis. Pour conduire efficacement cette évolution, il semble qu'un travail de groupe ponctuel lors des changements de phase de projet soit la méthode efficace.

L'absence de donnée source empêche parfois la mise au point d'un ICP. Un travail doit être réalisé en début de projet pour s'assurer, à l'aide des leçons apprises sur des projets antérieurs, de la capacité des outils d'information à fournir les données nécessaires.

---

<sup>37</sup> Voir 1.3.5 - Résolution de problèmes

<sup>38</sup> Voir ANNEXE W - Exemple d'ICP proactif et relatif utilisé dans le CI SSE

<sup>39</sup> Voir ANNEXE U : Exemple d'ICP cumulatif

<sup>40</sup> Voir ANNEXE V : Évolution de l'ICP : suivi du transfert des RM



Trop peu d'ICP proactifs<sup>41</sup> ont été utilisés sur le projet. Ce fait est, pour une part, imputable au caractère évolutif du projet qui, combiné à la plus grande difficulté de mise au point, a favorisé l'usage d'ICP réactifs. Une évolution depuis des ICP réactifs vers des ICP proactifs représente une importante amélioration. Un bon exemple d'ICP proactif a été utilisé dans le cadre du CI SSE<sup>42</sup>. Cet ICP a permis de faire apparaître une corrélation entre le ratio de Quasi-incident déclaré et les incidents avec perte de temps (représentés par des éclairs sur l'ICP). Chaque écart par rapport à ces règles se répercute sur l'efficacité des ICP et des rencontres de CI.

### 4.3.5 Autres initiatives *Lean* déployées

Le processus d'induction du *Lean Construction* au projet AP60 s'est principalement articulé autour du déploiement des Centres d'Information. Parallèlement à ce déploiement, plusieurs initiatives basées sur d'autres outils issus de la philosophie *Lean* ont été introduites.

Cette partie analyse la mise en place de toutes les initiatives annexes, la pertinence de leur intégration au secteur de la construction et décrit les opportunités attendues dans une utilisation future.

#### 4.3.5.1 Amélioration des procédés

L'utilisation de la philosophie *Lean* et l'appropriation de celle-ci passe par une « une croyance profonde qu'il y a toujours une solution simple et meilleure » (Rio Tinto Alcan, 2010). D'un point de vue opérationnel, il est intéressant d'améliorer les activités répétitives, car l'investissement placé dans leur optimisation est largement rentabilisé.

Dans un projet, il est possible d'identifier des activités récurrentes. Une démarche mise en place pour améliorer l'exécution de ces activités s'est déroulée sous la forme d'ateliers d'amélioration des procédés<sup>43</sup> rassemblant les différents acteurs du processus (maître d'œuvre, firme d'ingénierie et entrepreneur) pendant une heure. Le résultat de ce type d'atelier est une liste d'actions précises à mener accompagnée de dates pour améliorer le processus.

---

<sup>41</sup> Voir 1.4.3 - Indicateurs de mesure au sein d'un projet

<sup>42</sup> Voir ANNEXE W : Exemple d'ICP proactif et relatif utilisé dans le CI SSE

<sup>43</sup> Voir ANNEXE X : Modèle de conduite d'un atelier d'amélioration des procédés

Ce type d'atelier a permis, lors de l'une des sessions, de faire évoluer le processus de travail pour arriver à une économie de 520h de travail ouvrier sur une activité en comptant 830h. Cette activité s'est répétée 38 fois sur le Projet AP60 permettant ainsi d'économiser presque 20 000h de travail ouvrier. Cette estimation des heures économisées est réalisée à partir des relevés de performance de l'entrepreneur<sup>44</sup>.

La mise en place de ces exercices a eu un impact très positif sur les entrepreneurs impliqués qui se sont montrés très intéressés à reconduire l'expérience. Ce type d'atelier pourrait, dans le cas d'une utilisation plus systématique, permettre de réaliser une élimination importante des gaspillages sur les activités repérées comme récurrentes.

#### **4.3.5.2 Propreté bon ordre**

Consulté la revue de littérature : 1.3.4 - Propreté bon ordre et 5S

Dans le cadre des pratiques SSE du projet, un effort important a été apporté aux problématiques de propreté bon ordre sur le chantier. Ce sujet a été abordé sous deux aspects différents, le gain de productivité effectué grâce à cette bonne pratique et les implications SSE engendrées. Cette pratique s'est traduite par des règles précises permettant notamment la réduction des risques de chute d'objets.

L'effort mis sur ce thème a permis d'obtenir de très bons résultats soulignés par tous les audits SSE chantier. Mais le chemin choisi ne va pas encore aussi loin que l'outil 5S le permet.

---

<sup>44</sup> Voir 4<sup>ème</sup> diapositive : performance de soudage - ANNEXE X - Modèle de conduite d'un atelier d'amélioration des procédés

Sur les cinq aspects identifiés par l'outil 5S, plusieurs sont déjà complétés en partie :

- *Sort* : Séparer le nécessaire du superflu

Ce volet de l'outil 5S est celui qui a été le moins utilisé et peut permettre le plus de gains. Il se trouve pourtant éloigné de l'état d'esprit d'un chantier de construction où le type de tâche évolue et nécessite une gamme d'outillage très large. Les ateliers d'amélioration de procédés présentés ci-dessus contiennent une interrogation sur l'outillage, mais celle-ci est orientée vers l'introduction de nouveaux outillages sans évoquer ceux inutilisés.

- *Simplify* : Soigneusement organiser et identifier les outils

Dans le cadre du Projet, le rangement des outils est assuré quotidiennement. Une amélioration à apporter agirait sur les espaces de rangement pour identifier plus précisément la localisation des différents équipements.

- *Sweep* : Inspection de routine pour conserver l'espace de travail en ordre

Les processus d'inspection sont mis en place et intégrés aux inspections SSE.

- *Standardize* : Méthodes documentées et accords formalisés

La documentation sur les outillages existe et repose sur les exigences identifiées dans le cadre du programme de prévention SSE (PCMO). Une documentation sur le rangement des équipements sous la forme d'une gestion visuelle des espaces de rangement et des espaces de travail représente l'étape suivante permettant l'introduction d'un standard.

- *Self discipline* : Tenir les équipes responsables de maintenir les normes convenues

La responsabilisation des équipes sur ce type de problématique est déjà intégrée dans le fonctionnement du chantier. Il revient à chaque équipe de conserver son espace de travail propre et sécuritaire.

#### **4.3.5.3 Résolution de problèmes**

Consulté la revue de littérature : 1.3.5 - Résolution de problèmes

La philosophie *Lean* cherche, pour partie, à formaliser l'activité de résolution de problèmes. La résolution de problèmes fait partie intégrante de la culture de l'ingénieur et elle trouve toute sa

place dans le secteur de la construction. Elle en constitue même l'une des bases dans le cadre de l'exécution d'un projet.

La capacité à résoudre les problèmes avant que ceux-ci n'aient eu d'impacts sur le projet en terme de coût ou d'échéancier et avant qu'ils ne soient perçus par l'organisation constitue l'une des forces des personnes travaillant dans ce milieu.

Or, la méthodologie de résolution de problèmes développée par Toyota et reprise par RTA ne peut se développer que dans un cadre de partage des problèmes et des craintes<sup>45</sup>. Ce partage permet d'agir avant l'apparition de conséquences.

L'apparition des craintes et problèmes a progressivement pris place dans le cadre de l'utilisation des Centres d'Informations où ceux-ci ont été consignés et où les contre mesures mises en place ont été suivies. C'est un premier pas vers une formalisation de la déclaration et du suivi des craintes, mais leur résolution se réalise toujours avec l'expérience des différentes parties prenantes sans intégrer une recherche systématique des causes fondamentales.

Cette résolution de problèmes par l'expérience de travail dans le milieu de la construction est très performante, mais concentre les équipes sur la solution plutôt que la cause fondamentale du problème ou de la crainte. Une illustration de ce fait est apparue lors de la réalisation d'une séance de résolution de problèmes selon la méthode Toyota. Les parties prenantes de cette séance ont reconnu que, même si les solutions qu'elles avaient imaginées précédemment s'étaient révélées efficaces, l'utilisation de l'outil de résolution de problèmes était nécessaire pour permettre leur identification.

Malgré cet essai très positif, l'outil de résolution de problèmes est resté, dans l'idée des équipes, comme un outil à n'utiliser que pour la résolution de « gros » problèmes ; or, la prise en compte de ceux-ci le plus tôt possible, voire en amont, au stade de craintes, assure une résolution facilitée et une absence de retour en agissant sur le traitement des causes fondamentales et non sur les conséquences.

---

<sup>45</sup> Voir 4.2.2.1 - Une culture sans blâme

#### 4.3.5.4 « Last Planner »

Consulté la revue de littérature : 1.3.1 - « *Last Planner* »

L'intégration d'une méthode de travail reprenant, pour partie, le concept de l'outil « Last Planner » a été effectuée sur le Projet AP60. L'activité mise en place avait pour objectif d'amener un entrepreneur à gérer différemment la planification de ses activités pour être capable de rencontrer plus facilement ses objectifs et d'adresser les problèmes récurrents rencontrés.

Pour arriver à une nouvelle méthode de gestion de la planification, l'activité de chaque journée de travail a été conduite jusqu'aux éléments de construction. Le suivi des éléments effectivement exécutés était ensuite comparé au travail effectivement réalisé<sup>46</sup>.

Mais l'expérience de cette méthodologie de travail n'a pas réussi à démontrer de gains pour l'organisation et elle n'a pas rencontré l'intérêt des utilisateurs. On peut analyser les raisons de cet échec, lié pour partie à la méthode de mise en place.

- On peut mettre en avant un manque de gestion du changement qui a empêché les utilisateurs d'appréhender les données fournies par le système et d'envisager les bénéfices pouvant être tirés de celui-ci.
- L'utilisation du système par une seule personne chez l'entrepreneur a transformé cette méthode de planification en un simple travail administratif de traduction de la planification classique sous une forme détaillée.
- On notera enfin l'absence d'utilisation des données en dehors d'une simple communication de celles-ci.

L'outil « Last Planner », extrêmement vanté par le *Lean Construction* Institute, apparaît capable d'apporter des gains en utilisant les compétences et connaissances de chacun, à chaque échelon de l'organisation, dans le cadre de la planification et de la résolution de problèmes. Cependant, pour être gagnante, l'utilisation de cet outil doit être réalisée en impliquant le plus largement possible les acteurs, en continuant à choisir des activités particulières et en affirmant le soutien de la haute direction à son utilisation.

---

<sup>46</sup> Voir ANNEXE Y : Exemple d'utilisation du «Last Planner» en 2011

#### **4.3.5.5 *Lean Project Delivery system***

Consulté la revue de littérature : 1.3.3 - Lean Project Delivery System (LPDS)

La méthodologie LPDS a été proposée à la direction du projet par un bureau de consultant. Celui-ci a organisé une session de formation à l'approche LPDS aux différents acteurs de l'amélioration continue de l'organisation travaillant sur le projet. Cette méthodologie n'a pas été retenue, car sa mise en place n'a pas été jugée intéressante sur plusieurs points :

- La société de consultant ne dispose que de personnel anglophone : c'est un facteur discriminant dans le cadre d'un projet de construction globalement francophone au Québec
- La solution proposée passait par une refonte totale de processus de projet, méthode inappropriée et non-souhaitée dans le cadre d'un projet déjà en cours où tous les processus sont mis en place et correctement utilisés. Une phase de transition importante avec des transformations profondes n'est pas souhaitée.

La méthode LPDS propose principalement un mode de gestion de projet centré sur la communication entre les différentes fonctions pour être capable d'arriver à la « meilleure » solution possible du point de vue des besoins du client. Ce type de gestion apporte une remise en question des choix et une succession claire de consensus à obtenir à différentes étapes du projet. Cette gestion est à même, selon ses créateurs et une partie de la littérature scientifique, d'apporter des gains, mais pour pouvoir être mise en place, cette méthodologie doit l'être dès le début du projet et non lors de la phase d'exécution.

#### **4.3.5.6 *Gestion visuelle***

La gestion visuelle est le premier aspect que l'on rencontre dans le déploiement de la philosophie *Lean* pour RTA. Elle constitue aussi le moyen le plus simple à appréhender pour les personnes exposées aux principes de l'amélioration continue.

La gestion visuelle est transversale et elle s'intègre dans un nombre important d'outils issus de la philosophie *Lean*. Elle permet notamment de « faire voir le processus », de mettre en place des standards et d'assurer une communication efficace.

Elle a été mise en place dans le cadre des Centres d'Information qui présentent le processus de manière visuelle afin d'assurer son maintien sous contrôle.

Un autre exemple d'intégration réussie de la gestion visuelle se trouve dans la gestion des processus d'approbation de document. Alors que ceux-ci présentaient beaucoup de difficultés à être complétés dans les délais, la présentation de l'état des processus a permis de réduire de manière très importante les retards<sup>47</sup>.

Les principes de gestion visuelle dans le cadre d'un projet de construction devraient se voir appliquer de manière systématique pour l'établissement de standards de propreté bon ordre et dans le cadre de mise en place d'auto contrôle. Leurs mises en place nécessitent un engagement des différents acteurs (le maître d'œuvre, son représentant et les entrepreneurs) à soutenir ces initiatives.

---

<sup>47</sup> Voir ANNEXE Z : Gestion visuelle du processus de signature

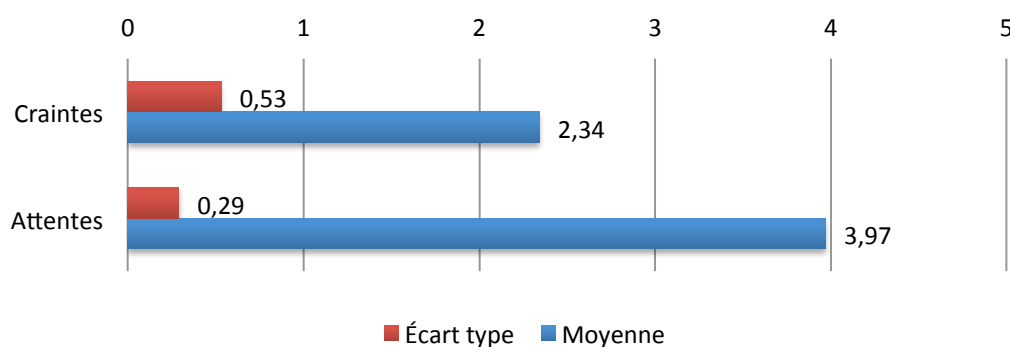
## 4.4 Analyse quantitative des parties prenantes

Le questionnaire proposé aux parties prenantes de l'utilisation des Centres d'Information a permis de recueillir de l'information sur 30 répondants. Ceux-ci se répartissent en trois groupes suivant la fonction à laquelle ils sont reliés (Construction, VPO ou SSE).

Pour recueillir des réponses les plus proches de la réalité sur des questions traitant directement du travail de l'intervenant chercheur, le choix a été fait de rendre les questionnaires anonymes. Le recueil d'information sur l'âge, le sexe ou l'expérience des répondants n'a pas été effectué pour garantir l'anonymat des répondants en évitant les possibilités de recoupage.

### 4.4.1 Comparaison entre attentes et craintes

Il ressort de l'exploitation du questionnaire soumis aux parties prenantes que l'intensité des attentes du déploiement des Centres d'Information est très forte, significativement plus importante que celle concernant les craintes exprimées (Figure 4.7).



$p=0,000$  : mesure globale obtenue à l'aide d'items expliqués aux parties 4.4.3 et 4.4.4.

Figure 4.7 - Attentes et craintes des parties prenantes du déploiement

Cette différence est le reflet de l'engagement des personnes dans le processus d'implantation de la philosophie *Lean* dans le cadre d'un chantier de construction et la capacité des équipes à faire évoluer leur façon de travailler.

Avec une moyenne globale de 3,97 pour l'intensité des attentes (contre 2,34 pour les craintes) placées dans ce déploiement, il est possible d'identifier la très forte attente qui apparaît dans cette expérimentation. La consultation ayant eu lieu 6 mois après le début du déploiement des Centres d'Information, ce résultat est à mettre en perspective avec l'appropriation que les parties prenantes ont faites de ce nouvel outil.



#### 4.4.2 Analyse des objectifs

L'analyse des « Objectifs » permet de comprendre l'évaluation des parties prenantes quant à la clarté et la cohérence qu'elles plaçaient dans le déploiement de Centres d'Information au début du processus d'implantation. Plus précisément, la question posée est :

##### **Les objectifs de mise en place d'un Centre d'Information étaient clairs et cohérents ?**

Cette question représente l'unique item de l'analyse des objectifs. Celui-ci est évalué selon une échelle de Likert à cinq points d'ancrage. Le test Kruskal-Wallis appliqué à cette question fait apparaître un taux de signification  $p=0,200$  (Tableau 4.1) tout juste sur la limite choisie pour déterminer s'il existe une différence significative des moyennes entre au moins deux groupes. Il ne semble pas y avoir de différence significative entre les trois groupes. Les objectifs étaient clairs et cohérents pour chacun des groupes.

Tableau 4.1: Clarté et cohérence perçues des objectifs des CI, comparaison par groupe

Objectifs:	SOUS-GROUPES								TAUX DE SIGNIFICATION			
	TOUS		GROUPE 1		GROUPE 2		GROUPE 3		K-W	M-W	M-W	M-W
	N <sub>total</sub> =30		CONSTRUCTION N <sub>1</sub> =8		SSE N <sub>2</sub> =9		VPO N <sub>3</sub> =13		p_value	p_value	p_value	p_value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Two-tail	Two-tail	Two-tail	Two-tail
									1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
OBJECTIF1	4,138	0,743	3,750	0,707	4,375	0,744	4,231	0,725	0,2004	0,1300	0,1850	0,6970

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement en désaccord ; 5=fortement en accord)

Néanmoins, le faible niveau de la moyenne des réponses du groupe Construction sur la clarté et la cohérence des objectifs est attribuable à la période d'implantation des CI sur le projet. En effet, les premiers objectifs de l'implantation portaient principalement sur les besoins de l'équipe VPO lors de l'installation et de la mise en place de ces processus. L'équipe SSE, en tant que fonction support, a pu construire elle même ses objectifs en choisissant d'utiliser un CI.

#### 4.4.3 Analyse des attentes

L'enquête a également permis d'interroger les parties prenantes afin de mieux comprendre leurs attentes concernant le déploiement de Centres d'Information. Les répondants ont dû évaluer

l'importance des neuf attentes<sup>48</sup> suivantes à partir d'une échelle de Likert à cinq points d'ancrage (1= faiblement une attente ; 5= fortement une attente) :

- Attente 1. Créer de la communication entre les groupes
- Attente 2. Améliorer la communication
- Attente 3. Aligner les objectifs et les méthodes de suivi
- Attente 4. Mise en lumière des éléments critiques
- Attente 5. Partage de l'information
- Attente 6. Identification des problèmes, irritants et menaces
- Attente 7. Rencontres de courte durée
- Attente 8. Processus formel de suivi des indicateurs choisis
- Attente 9. Accompagner la résolution de problèmes

#### **4.4.3.1 Analyse des items de façon générale mis en valeur par l'enquête**

Les résultats (Tableau 4.2) mettent en évidence un groupe de 4 items, les attentes 2, 4, 5 et 6, comme étant les items où les attentes sont les plus fortes avec des moyennes de réponse situées entre 4,200 et 4,233. Ce groupe de 4 items a la spécificité de se rapporter à la communication et au traitement des données. Cet aspect suscite beaucoup d'attente de la part des parties prenantes.

En plus de recueillir les plus hauts niveaux d'attente, les items 2, 4, 5 et 6 sont aussi ceux présentant le moins de variance dans les réponses. Cet élément vient accentuer la place prédominante de la communication et du traitement des données dans les attentes des parties prenantes.

L'attente 9, traitant de la résolution de problèmes et de son intégration dans les CI, apparaît avec le score le plus faible. Elle présente néanmoins la variance la plus élevée des 9 items proposés et des écarts non significatifs avec plusieurs autres items. L'accompagnement de la résolution de problème ne représente pas une attente particulièrement plus faible que les autres.

---

<sup>48</sup> Les neuf attentes proposées aux répondants pour être évaluées sont construites à partir d'entretiens préalables avec les acteurs clés de l'introduction des CI et des observations de l'intervenant-chercheur. Voir la sous partie 3.6.5.2 Construction du questionnaire

Tableau 4.2: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, comparaison deux à deux des items de réponse

Attentes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	ATTENTE1	ATTENTE2	ATTENTE3	ATTENTE4	ATTENTE5	ATTENTE6	ATTENTE7	ATTENTE8
ATTENTE1	3,750	0,968								
ATTENTE2	4,233	0,803	0,0037							
ATTENTE3	3,967	1,016	0,1215	0,1965						
ATTENTE4	4,233	0,844	0,0027	0,9665	0,1346					
ATTENTE5	4,233	0,803	0,0025	1,0000	0,1756	0,9706				
ATTENTE6	4,200	0,792	0,0104	0,8296	0,2683	0,8028	0,8158			
ATTENTE7	3,833	0,934	0,3024	0,0717	0,5122	0,0820	0,0339	0,0580		
ATTENTE8	3,617	0,928	0,4729	0,0037	0,0801	0,0046	0,0025	0,0010	0,2630	
ATTENTE9	3,600	1,020	0,7801	0,0017	0,0345	0,0068	0,0035	0,0056	0,2448	0,9577

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

Groupe d'items pour lesquels il y a le plus d'attente  
 Seuil p < 0,10

#### 4.4.3.2 Analyse de différences des moyennes entre les groupes

Des écarts significatifs entre les réponses des trois groupes pour les items Attente 2, 5, 7 et 9 sont mis en évidence par les résultats (Tableau 4.3) de la consultation de parties prenantes (K-W<sub>2</sub>=0,1538 ; K-W<sub>5</sub>=0,0013 ; K-W<sub>7</sub>=0,1498 ; K-W<sub>9</sub>=0,1629)<sup>49</sup>.

La comparaison groupe à groupe des résultats de la consultation permet d'identifier qu'il n'y a que dans les cas des attentes 5, 7 et 9 que l'on peut observer des différences significatives au seuil de 0,10 entre les groupes (comparaison deux à deux).

Tableau 4.3: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, comparaison par groupe

Attentes:		SOUS-GROUPES								TAUX DE SIGNIFICATION			
		TOUS N <sub>total</sub> =30		GROUPE 1 CONSTRUCTION N <sub>1</sub> =8		GROUPE 2 SSE N <sub>2</sub> =9		GROUPE 3 VPO N <sub>3</sub> =13		K-W	M-W	M-W	M-W
										p_value	p_value	p_value	p_value
										Two-tail	Two-tail	Two-tail	Two-tail
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
ATTENTE1		3,750	1,035	3,750	1,035								
ATTENTE2		4,233	0,817	3,750	1,035	4,556	0,726	4,308	0,630	0,1538	0,1140	0,2380	0,3570
ATTENTE3		3,967	1,033	3,625	1,188	4,111	1,269	4,077	0,760	0,4988	0,3700	0,4560	0,5560
ATTENTE4		4,233	0,858	3,875	0,991	4,222	0,833	4,462	0,776	0,3231	0,5410	0,1850	0,5120
ATTENTE5		4,233	0,817	3,500	1,069	4,889	0,333	4,231	0,439	0,0013	0,0040	0,1400	0,0090
ATTENTE6		4,200	0,805	4,000	0,756	4,333	0,707	4,231	0,927	0,5944	0,4230	0,4560	0,9480
ATTENTE7		3,833	0,950	3,750	1,035	4,333	0,707	3,538	0,967	0,1498	0,2770	0,6450	0,0710
ATTENTE8		3,617	0,944	3,750	1,035	3,778	0,833	3,423	0,997	0,7082	0,9630	0,5470	0,5120
ATTENTE9		3,600	1,037	3,000	1,069	3,778	1,093	3,846	0,899	0,1629	0,1670	0,0760	0,8960

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
 Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

<sup>49</sup> En application de la correction de Bonferroni, voir page 96, le seuil choisi pour le test de Kruskal-Wallis est 0,20

**Attente 5 :**

Le partage d'informations par l'intermédiaire d'un Centre d'Information est une très forte attente pour les groupes SSE et VPO, ceux-ci se démarquant par rapport au groupe Construction qui présente cette attente comme moyenne. Ces deux groupes présentent une homogénéité très importante des répondants entre eux ( $\sigma_{SSE}=0,333$  ;  $\sigma_{VPO}=0,439$ ).

Ces résultats s'interprètent par rapport au type de missions confiées aux groupes SSE et VPO. Le groupe SSE, en tant que groupe support agissant sur tout le chantier, doit être capable de réaliser un partage d'information entre ses membres pour assurer la plus grande efficacité possible. Le groupe VPO, est, quant à lui, un groupe de taille moyenne qui nécessite beaucoup de coordination. Le partage de l'information entre les membres respectifs de ces deux groupes est donc un aspect très important.

**Attente 7 :**

La mise en place de rencontres de courte durée apparaît comme une forte attente du groupe SSE. Avec cette attente le groupe SSE se démarque significativement du groupe VPO (moyenne des réponses de 3,538 contre 4,333). Le groupe Construction ne se démarque ni du groupe VPO ni de SSE.

De la même manière que dans le cas de l'attente n° 5, le résultat que l'on observe s'explique dans la différence de mission. Dans le cas du groupe VPO, la durée d'une rencontre provient essentiellement d'un besoin de coordination ou de résolution de problèmes. Or, dans le cas du groupe SSE, la réduction du temps de rencontre constitue un défi important permettant de concentrer l'action du groupe sur le terrain. Il en ressort un intérêt du groupe SSE, groupe présentant le moins de variance, de pouvoir utiliser un outil permettant un partage efficace de l'information dans un temps contenu.

**Attente 9 :**

Les réponses apportées pour l'attente 9 démontrent un intérêt important du groupe VPO pour assurer l'accompagnement de la résolution de problèmes. L'expression de cette attente montre une différence entre les groupes de VPO et Construction, le groupe SSE se situant entre les deux précédents. Le groupe SSE, quand il traite les incidents, utilise une procédure très précise. Aucun nouveau processus en ce sens n'est donc attendu. À l'inverse, le groupe VPO dont la mission est

de résoudre des problèmes, démontre son intérêt pour développer les processus de résolution de problèmes.

On observe, globalement, que le groupe Construction place des attentes moins élevées dans la mise en place et l'utilisation des CI. Ce résultat s'explique par l'avancement de la phase de construction déjà avancée au moment de l'implantation des CI sur le projet de construction.

On remarquera que les moyennes des réponses apportées à l'item 9 dénotent une attente moyenne de la part de tous les groupes (comparativement aux autres items). On note également que la variance entre les répondants à l'intérieur des trois groupes est très importante ( $\sigma_{9\text{CONST}}=1,069$  ;  $\sigma_{9\text{SSE}}=1,093$  ;  $\sigma_{9\text{VPO}}=0,899$ ). L'accompagnement des résolutions de problème ne représente pas, de manière générale, une attente particulière dans le cadre de la mise en place de CI. Les opinions sur ce sujet sont très partagées.

#### **4.4.3.3 Analyse de concordance des items entre les groupes**

L'analyse précédente nous a permis de mettre en évidence des écarts significatifs entre les groupes dans les attentes. La poursuite de notre analyse nous permet de constater un degré important d'accord dans la hiérarchisation des caractéristiques avec les mêmes attentes pour les trois groupes ( $W=0,566$ ,  $\chi^2=11,886$ ,  $\text{ddl}=7$  et  $p=0,070$ ) (Tableau 4.4).

Ce résultat nous permet, au-delà de l'interprétation de l'échelle de réponse proposée et du niveau d'attente, de constater que chacun des trois groupes se rejoint sur les éléments jugés importants. Il montre aussi la hiérarchisation dans le niveau des attentes des différents groupes car des écarts significatifs existent entre les réponses des groupes sur plusieurs items.

Les trois items : Attentes 2, 4 et 5, accès sur la communication de l'information entre les membres de l'équipe (items 2 et 5) et sur le processus de travail (items 4 et 5) arrivent en tête des attentes des trois groupes. La thématique de l'information apparaît alors comme une attente élevée.

Les trois items ayant le moins d'attente sont : les Attentes 9, 8 et 1. Elles couvrent les sujets impliquant la mise en place de nouveaux processus formels (items 8 et 9) ainsi que la communication entre groupes fonctionnels.

Ces résultats montrent un fort niveau d'attente en termes de résultat et d'amélioration dans les processus de travail actuels mais aussi une appréhension face à la nouveauté et à la charge de travail supplémentaire que représente l'implantation d'un CI.

Tableau 4.4: Niveau des attentes initiales de l'implantation des CI, concordance entre les réponses des trois groupes

Attentes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		CONST N <sub>1</sub> =8		SSE N <sub>2</sub> =9		VPO N <sub>3</sub> =13		KENDALL p_value
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	
ATTENTE1	3,750	7	3,750						W 0,566 N 3 chi-squared 11,886 ddl 7 p 0,070
ATTENTE2	4,233	1	3,750	3	4,556	2	4,308	2	
ATTENTE3	3,967	5	3,625	7	4,111	6	4,077	5	
ATTENTE4	4,233	1	3,875	2	4,222	5	4,462	1	
ATTENTE5	4,233	1	3,500	8	4,889	1	4,231	3	
ATTENTE6	4,200	4	4,000	1	4,333	3	4,231	3	
ATTENTE7	3,833	6	3,750	3	4,333	3	3,538	7	
ATTENTE8	3,617	8	3,750	3	3,778	7	3,423	8	
ATTENTE9	3,600	9	3,000	9	3,778	7	3,846	6	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

	Groupe des 3 plus fortes attentes
	Groupe des 3 plus faibles attentes

La conduite des trois analyses précédentes nous permet de mettre en évidence la place très importante de l'information, comme révélateur de problème ou comme élément à communiquer, dans les attentes des parties prenantes de l'implantation des Centres d'Information.

Dans le cas de l'objet d'étude analysé, un travail à la sensibilisation sur les méthodes résolutions de problème et leur utilisation régulière serait à approfondir.

#### 4.4.4 Analyse des craintes

Les attentes vis-à-vis de l'implantation d'un Centre d'Information vont de pair avec certaines craintes que peuvent avoir les parties prenantes. Les répondants furent donc invités à évaluer l'importance des craintes<sup>50</sup> suivantes à partir d'une échelle de Likert en 5 points d'ancrage (1= faiblement une crainte ; 5= fortement une crainte) :

- Crainte 1. Création d'un outil servant uniquement à présenter l'information
- Crainte 2. Charge de travail supplémentaire pour la préparation du Centre d'Information
- Crainte 3. Charge de travail supplémentaire pour l'utilisation du Centre d'Information
- Crainte 4. Temps nécessaire à la mise en place du Centre d'Information
- Crainte 5. Difficulté de recueil de l'information
- Crainte 6. Système et procédure lourds et rigides
- Crainte 7. Déclenchement de prise d'action inapproprié
- Crainte 8. Partage des craintes et problèmes devant l'équipe
- Crainte 9. Emplacement physique du Centre d'Information
- Crainte 10. Un Centre d'Information par fonction plus que par secteur

##### 4.4.4.1 Analyse des items de façon générale mis en valeur par l'enquête

Les résultats (Tableau 4.5) ont permis de mettre en évidence un item, la crainte 9, comme étant la crainte la plus faible pour les répondants avec un écart significatif par rapport aux autres items de réponse à l'exception de l'item 10.

Ce résultat nous permet de mieux comprendre les craintes et appréhensions que peut représenter l'introduction de CI dans un milieu de travail qui n'est pas habitué à ce type d'outil. L'introduction d'un nouvel outil, dans un cadre de travail chargé, amène un niveau de crainte équivalent sur la plupart des aspects relevant du fonctionnement et de la mise en place. Cette intégration est largement perçue, dans la période initiale, comme une surcharge de travail que

---

<sup>50</sup> Les dix craintes proposées aux répondants pour être évaluées sont construites à partir d'entretiens préalables avec les acteurs clés de l'introduction des CI et des observations de l'intervenant-chercheur. Voir la sous partie 3.6.5.2 Construction du questionnaire

l'on vient imposer. L'aspect matériel du changement, représenté par la crainte n° 9 et en partie par la crainte n° 10 n'est que secondaire dans le cadre des appréhensions.

De façon générale, il y a peu de crainte pour les dix items proposés aux répondants. En effet, la moyenne des réponses ne dépasse jamais la barre des 3 qui représente un niveau moyen de crainte sur l'item. Il serait intéressant de revenir vers les répondants pour identifier, s'ils existent, les éléments pour lesquels ils ont des craintes.

Cette observation est à mettre en parallèle aux moyennes des items d'attentes qui se trouvent toujours au dessus de 3,5.

L'observation des écarts type dans les niveaux de crainte rapportés par les répondants montre un important niveau de variance dans les réponses récupérées qui traduit une absence de perception commune des craintes liées au déploiement de CI. Le faible niveau moyen de crainte évoqué plus haut n'est donc pas représentatif d'une situation sans crainte mais plutôt d'une organisation aux niveaux de craintes très inégaux.

Tableau 4.5: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, comparaison deux à deux des items de réponse

Craintes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Ecart Type	CRAINTE1	CRAINTE2	CRAINTE3	CRAINTE4	CRAINTE5	CRAINTE6	CRAINTE7	CRAINTE8	CRAINTE9
CRAINTE1	2,448	1,325									
CRAINTE2	2,600	1,354	0,5438								
CRAINTE3	2,533	1,252	0,7738	0,5575							
CRAINTE4	2,500	1,358	0,7504	0,6785	1,0000						
CRAINTE5	2,600	1,329	0,6097	0,8642	0,8455	0,5781					
CRAINTE6	2,400	1,163	0,8327	0,5136	0,5589	0,9092	0,4272				
CRAINTE7	2,517	1,184	0,6775	0,8745	0,9640	0,8474	0,7432	0,7186			
CRAINTE8	2,207	1,146	0,4810	0,2469	0,3074	0,3459	0,2120	0,6354	0,2139		
CRAINTE9	1,690	1,168	0,0165	0,0068	0,0067	0,0069	0,0079	0,0197	0,0024	0,0421	
CRAINTE10	1,966	1,149	0,0625	0,0564	0,0776	0,0641	0,0167	0,1769	0,0374	0,3732	0,1669

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

Groupe d'items étant le plus faiblement des craintes

Seuil p < 0,10

#### 4.4.4.2 Analyse des différences des moyennes entre les groupes

Les résultats (Tableau 4.6) mettent en évidence des écarts significatifs entre les moyennes des trois groupes pour les items Craintes 1, 2, 3, 4, 7 et 10 ( $K-W_1=0,0246$  ;  $K-W_2=0,0752$  ;  $K-W_3=0,0596$  ;  $K-W_4=0,0327$  ;  $K-W_7=0,0799$  ;  $K-W_{10}=0,0812$ ).

La comparaison groupe à groupe des résultats de la consultation des mêmes items permet d'identifier que, pour chacun d'entre eux, on peut observer des différences significatives au seuil de 0,10 entre les groupes (comparaison deux à deux).



Tableau 4.6: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, comparaison par groupe

Craintes:	SOUS-GROUPES								TAUX DE SIGNIFICATION			
	TOUS		GROUPE 1		GROUPE 2		GROUPE 3		K-W	M-W	M-W	M-W
	N <sub>total</sub> =30		CONSTRUCTION		SSE		VPO		p_value	p_value	p_value	p_value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Two-tail	Two-tail	Two-tail	Two-tail
									1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
CRAINTE1	2,448	1,325	3,125	1,126	2,889	1,616	1,667	0,778	0,0246	0,7430	0,0070	0,0950
CRAINTE2	2,600	1,354	3,500	1,069	2,222	1,481	2,308	1,251	0,0752	0,0740	0,0450	0,7440
CRAINTE3	2,533	1,252	3,375	1,061	2,111	1,364	2,308	1,109	0,0596	0,0460	0,0450	0,5560
CRAINTE4	2,500	1,358	3,500	0,926	2,333	1,581	2,000	1,155	0,0327	0,1140	0,0060	0,8450
CRAINTE5	2,600	1,329	2,875	1,246	2,556	1,509	2,462	1,330	0,7100	0,5410	0,5000	0,8960
CRAINTE6	2,400	1,163	2,875	1,246	1,889	1,054	2,462	1,127	0,2127	0,1140	0,5000	0,2620
CRAINTE7	2,517	1,184	2,750	0,886	3,111	1,537	1,917	0,793	0,0799	0,6060	0,0820	0,0690
CRAINTE8	2,207	1,146	2,375	0,744	1,889	1,054	2,333	1,435	0,5348	0,2360	0,7340	0,6020
CRAINTE9	1,690	1,168	2,125	1,246	1,667	1,414	1,417	0,900	0,3877	0,4230	0,2700	0,9720
CRAINTE10	1,966	1,149	2,500	1,069	2,222	1,481	1,417	0,669	0,0812	0,5410	0,0310	0,2470

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

Seuil  $p < 0,20$  pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants

Seuil  $p < 0,10$  pour le test de Mann-Whitney

### Crainte 1 :

Dans le cas de la crainte 1, on observe un écart entre le groupe de VPO et les groupes Construction et SSE. Le groupe VPO semble avoir moins de crainte par rapport à l'utilisation du CI comme simple lieu de présentation de l'information. À l'inverse, cette crainte est ressentie de manière importante par les deux autres groupes. Le groupe de VPO n'ayant pas de support de présentation de l'information voit cet aspect comme un besoin et non une crainte.

Le besoin du groupe de VPO de construire son système d'information au même moment que la mise en place du Centre d'Information amène le risque de présenter une même information sur deux supports différents et pour deux utilisations différentes. Ce risque est d'autant plus important que la crainte perçue par rapport à celui-ci est faible dans le cas du groupe VPO.

Pour les deux autres groupes, des systèmes de récupération de l'information étaient déjà en place lors de la mise en place des CI. Il y a donc une crainte que le nouvel outil fasse double emploi.

### Crainte 2 et 3 :

Le groupe Construction se détache des groupes VPO et SSE sur le sujet de l'appréhension de la charge de travail induite par le déploiement et l'utilisation de CI.

Pour expliquer cette différence, deux facteurs différents sont identifiables :

- Lors de la première tentative de déploiement de CI au cours de l'été 2011, l'approche utilisée tendait à réduire au maximum la charge de travail pour les parties prenantes, au risque de compromettre l'appropriation de l'outil. Suite à l'échec du premier déploiement, qui ne concernait que le groupe Construction, le travail de déploiement et de maintien du CI a été, en grande partie, confié aux parties prenantes dans le but de leur faire prendre possession de leur CI. Ce changement de méthodologie permet d'expliquer en partie la crainte du groupe Construction liée à la surcharge de travail
- Au cours du déploiement, le groupe Construction se trouvait également dans une forte période d'exécution qui ne lui laissait que peu de temps à consacrer à une activité. À l'inverse, le groupe de VPO se trouvait dans la période de préparation de ses activités et le groupe SSE a choisi cet outil en le déployant au rythme que lui même choisissait.

#### **Crainte 4 :**

Le temps de déploiement d'un CI est un facteur qui différencie les groupes Construction et VPO. Le groupe Construction y accorde une importance significativement plus grande que le groupe de VPO. Cette différence de point de vue s'explique par le temps disponible pour le groupe VPO pour mettre en place le CI avant le début de ses activités critiques. Le groupe Construction étant déjà en exécution, il fait face à des contraintes beaucoup plus importantes qui limitent le temps qu'il peut accorder à cette mise en place.

Ce résultat met en évidence la différence existant entre une dynamique projet et les activités industrielles de production. Dans le cas d'un projet, les éléments temps et phase d'implantation sont extrêmement critiques et cette contrainte se retrouve dans les résultats.

#### **Crainte 7 :**

La crainte 7, associée au déclenchement inapproprié de prise d'action, montre un écart significatif entre les moyennes des groupes Construction et SSE avec VPO. Les groupes Construction et SSE indiquent une plus grande crainte que VPO (Const=2,750 ; SSE=3,111 ; VPO=1,917).

Le résultat observé pour l'équipe SSE n'est synonyme que d'une tendance du groupe dont les réponses sont marquées par une variance très importante ( $\sigma_{7SSE}=1,537$ ). La construction du questionnaire ne nous permet pas d'affiner davantage l'analyse pour identifier comment se

distribuent les répondants suivant les sous-groupes VPO (secteur, entreprise, ...). Les groupes Construction et VPO présentent des variances d'ordre d'équivalent ( $\sigma_{7\text{CONST}}=0,886$  ;  $\sigma_{7\text{VPO}}=0,793$ ).

L'écart de moyenne que l'on observe entre les groupes Construction et VPO est imputable, d'une part, à l'expérience du groupe Construction (formé depuis plus d'un an et déjà organisé pour générer des prises d'action) et, d'autre part, à la formation récente du groupe VPO qui est à la recherche de l'outil dans lequel la procédure lui permettra de déclencher des actions.

### **Crainte 10 :**

La crainte associée à la mise en place de CI par fonction plus que par le secteur<sup>51</sup> montre un écart significatif des moyennes entre les groupes Construction et VPO. La moyenne des réponses pour le groupe Construction est de 2,500 alors que la moyenne pour le groupe VPO est de 1,417.

Cet écart important est à rapporter aux modes de fonctionnement des deux groupes qui, pour Construction se concentre sur le secteur, alors que VPO travaille plus fortement par fonction. Cette observation appuie l'idée de développer une structure de CI matricielle permettant de tenir compte plus finement des modes de fonctionnement du projet.

Pour les craintes 1, 2, 3, 4, 7 et 10, on observe que la variance des réponses de l'équipe apportées par le groupe SSE est toujours la plus importante :

$$\sigma_{12} > \sigma_{11} > \sigma_{13}$$

$$\sigma_{22} > \sigma_{23} > \sigma_{21}$$

$$\sigma_{32} > \sigma_{33} \approx \sigma_{31}$$

$$\sigma_{42} > \sigma_{43} > \sigma_{41}$$

$$\sigma_{72} > \sigma_{71} > \sigma_{73}$$

$$\sigma_{10.2} > \sigma_{10.1} > \sigma_{10.3}$$

Ce résultat, portant sur les craintes présentant des écarts significatifs des moyennes entre les groupes, semble montrer une absence de consensus sur les craintes dans le groupe de SSE. Alors même que le niveau moyen de crainte enregistré est assez faible, celui-ci ne semble pas être pas représentatif d'un sentiment général du groupe. Il semble exister un écart important entre les membres du groupe sur le ressenti des craintes.

---

<sup>51</sup> Voir 2.2.6 - Fonctionnement du Projet AP60

#### 4.4.4.3 Analyse de concordance des items entre les groupes

L'analyse de concordance fait apparaître une divergence (Tableau 4.7) dans la priorisation des craintes ( $W=0,455$ ,  $\chi^2=12,283$ ,  $ddl=9$  et  $p=0,198$ ). Il n'est pas possible de faire apparaître un ou plusieurs types de craintes communes à l'ensemble des parties prenantes.

Tableau 4.7: Intensité des craintes ressenties dans le cadre du déploiement des CI, concordance entre les réponses des trois groupes

Craintes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		CONST N <sub>1</sub> =8		SSE N <sub>2</sub> =9		VPO N <sub>3</sub> =13		KENDALL p_value
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	
CRAINTE1	2,448	6	3,125	4	2,889	2	1,667	8	W 0,455 N 3 chi-squared 12,283 ddl 9 p 0,198
CRAINTE2	2,600	1	3,500	1	2,222	5	2,308	4	
CRAINTE3	2,533	3	3,375	3	2,111	7	2,308	4	
CRAINTE4	2,500	5	3,500	1	2,333	4	2,000	6	
CRAINTE5	2,600	1	2,875	5	2,556	3	2,462	1	
CRAINTE6	2,400	7	2,875	5	1,889	8	2,462	1	
CRAINTE7	2,517	4	2,750	7	3,111	1	1,917	7	
CRAINTE8	2,207	8	2,375	9	1,889	8	2,333	3	
CRAINTE9	1,690	10	2,125	10	1,667	10	1,417	9	
CRAINTE10	1,966	9	2,500	8	2,222	5	1,417	9	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

Ce résultat montre l'importance d'aborder la question des craintes de manière individuelle pour chacun des groupes (Tableau 4.8) afin d'être capable de gérer celles-ci dans le cadre d'une gestion du changement efficace. Il est donc important que les personnes soient en mesure d'exprimer leurs craintes.

Tableau 4.8: Groupes des trois items où il y a le moins de crainte et où il y a le plus de crainte

	3 craintes les <b>MOINS</b> importantes	3 craintes les <b>PLUS</b> importantes
<b>Construction</b>	9 - Emplacement physique du Centre d'Information 8 - Partage des craintes et problèmes devant l'équipe 10 - Un Centre d'Information par fonction plus que par secteur	2- -Charge de travail supplémentaire pour la préparation du Centre d'Information 4 - Temps nécessaire à la mise en place du Centre d'Information 3 - Charge de travail supplémentaire pour l'utilisation du Centre d'Information
<b>SSE</b>	9 - Emplacement physique du Centre d'Information 6 - Système et procédure lourds et rigides 8 - Partage des craintes et problèmes devant l'équipe	7 - Déclenchement de prise d'action inapproprié 1 - Création d'un outil servant uniquement à présenter l'information 5 - Difficulté de recueil de l'information
<b>VPO</b>	9 - Emplacement physique du Centre d'Information 10 - Un Centre d'Information par fonction plus que par secteur 1 - Création d'un outil servant uniquement à présenter l'information	6 - Système et procédure lourds et rigides 8 - Partage des craintes et problèmes devant l'équipe 5 - Difficulté de recueil de l'information

Les plus grandes craintes du groupe Construction concernent la charge de travail additionnelle que représente la mise en place et l'utilisation des CI. Ce comportement traduit le faible potentiel d'amélioration des performances que ce groupe place dans l'outil CI. A l'inverse, le groupe Construction appréhende peu la forme que prendra le futur outil, comme si celui-ci passait en second lieu ou bien que, s'étant fait imposer les CI, ils n'y accordent que peu d'intérêt.

Le groupe SSE, à l'inverse du groupe Construction, place ses craintes dans les possibles dysfonctionnements de l'outil et son rôle passif (item 1). Cette observation traduit un intérêt certain pour une nouvelle solution de travail mais aussi des doutes dans le choix de l'outil CI pour prendre cette place. Les craintes les moins fortes traitent principalement d'aspects purement pratiques et montrent une très faible crainte d'inefficacité de l'outil CI (item 6).

Le groupe VPO porte ses craintes sur une possible inefficacité de l'outil. Cette attitude démontre des attentes importantes de l'implantation de CI. Dans ce groupe, dont le niveau de crainte est le plus faible, on relève les plus faibles craintes sur les aspects techniques du CI. Mais il convient de préciser que ceux-ci sont discutés lors du choix de l'outil.

La disparité observée dans la hiérarchisation des craintes trace une carte du cheminement effectué par les trois groupes vers le concept de *Lean Construction* et l'outil CI. Le groupe VPO ouvre la marche avec une implication forte et le choix assumé de l'outil CI. Vient ensuite le groupe SSE, ouvert à de nouvelles méthodes mais incertain sur le choix du CI dont il cherche encore les défauts. Le groupe Construction reste quant à lui en retrait par rapport à l'outil CI et au concept *Lean Construction* qu'il n'a pas choisi et dont il ne voit que peu l'intérêt. Il convient toutefois de préciser que le sens de la question posée aux répondants portait sur les niveaux de craintes que ceux-ci ressentaient au début de l'implantation des Centres d'Information.

#### 4.4.5 Analyse des forces freinantes et facilitantes

La mise en place de nouveaux outils de travail nécessite un travail de fond avec les parties prenantes. De nombreux éléments vont avoir une influence facilitante, freinante ou neutre sur ce processus. Les répondants ont dû évaluer l'influence de douze forces<sup>52</sup> qui ont potentiellement impacté le processus de mise en place des Centres d'Information selon une échelle sémantique de Likert à cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=ni freinante, ni facilitante (neutre) ; 5=fortement facilitante) :

- Force 1. Implication et leadership de la direction RTA du Projet
- Force 2. Implication et leadership de la direction SLH du Projet
- Force 3. Présence d'une ressource support dédiée sur site
- Force 4. Utilisation d'un nouvel outil issu du secteur manufacturier
- Force 5. Utilisation des standards de présentation RTA
- Force 6. Réunion de deux équipes distinctes
- Force 7. Préparation du centre avant le début des transferts Construction-VPO
- Force 8. Animation de la rencontre par un personnel SLH
- Force 9. Votre implication dans la préparation
- Force 10. Possibilité de choisir les indicateurs à suivre
- Force 11. Qualité de l'animation des rencontres
- Force 12. L'intérêt de l'équipe pour l'outil Centre d'Information

##### 4.4.5.1 Apparition d'un biais dans l'évaluation

En observant la moyenne des réponses associées à chacune des douze forces évaluées par les répondants, on constate qu'aucune n'est freinante. Les moyennes observées vont de  $\bar{x}_9 = 3,577$  à  $\bar{x}_1 = 4,379$ . Cette observation nous indique qu'il existe un biais dans la rédaction des items de la variable « forces » qui sont proposés aux répondants. La grande majorité d'entre eux sont des éléments totalement positifs ce qui entraîne un problème d'unité de mesure.

---

<sup>52</sup> Les douze forces proposées aux répondants pour être évaluées sont construites à partir d'entretiens préalables avec les acteurs clés de l'introduction des CI et des observations de l'intervenant-chercheur. Voir la sous partie 3.6.5.2 Construction du questionnaire

Ce problème est mis en évidence par la distribution des évaluations des répondants pour les items « forces » qui, à l'exception des forces 2, 4, 5 et 12, ont un seul répondant ou moins évaluant l'item 1 ou 2 sur l'échelle proposée.

Ainsi, chacun des éléments proposés positivement – force 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 - se trouve évalué sur une échelle de Likert à 3 points d'ancrage de 3 (3= neutre ; 5=fortement facilitante). Cette nouvelle échelle, bien que proposant peu de diversité des réponses, reste exploitable pour une analyse.

Les items forces 4 et 5, de part leur formulation, restent évalués selon une échelle de Likert à 5 points d'ancrage.

Le cas des items 2 et 12 sont particuliers car ces propositions sont mal formulées et mal adressées.

#### **4.4.5.2 Analyse des différences de façon générale mises en valeur par l'enquête**

Les résultats (Tableau 4.9) mettent en valeur la force 4 : celle-ci ressort comme étant la force la moins facilitante et ce avec un écart significatif par rapport aux autres forces à l'exception de la force 9.

En s'exprimant ainsi, les répondants démontrent l'ouverture dont ils font preuve pour utiliser des outils novateurs développés dans le cadre d'un autre secteur économique. Il n'y a donc pas de blocage idéologique à l'utilisation d'outils issus de la philosophie *Lean* dans un projet de construction, mais une obligation d'amener ces outils dans le cadre d'une gestion de changement bien préparée.

A cause du biais introduit par la formulation des items de force et le passage à une échelle à trois points d'ancrage, il est complexe de mettre évidence des écarts significatifs entre des groupes d'éléments.



Tableau 4.9: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, comparaison deux à deux des items de réponse

Forces:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	FORCE1	FORCE2	FORCE3	FORCE4	FORCE5	FORCE6	FORCE7	FORCE8	FORCE9	FORCE10	FORCE11
FORCE1	4,379	0,820											
FORCE2	4,033	1,098	0,0792										
FORCE3	4,267	0,785	0,4898	0,3617									
FORCE4	3,250	1,076	0,0004	0,0014	0,0008								
FORCE5	3,667	0,877	0,0009	0,0596	0,0081	0,0231							
FORCE6	3,867	0,915	0,0004	0,1497	0,0017	0,0123	0,2771						
FORCE7	4,167	0,857	0,2071	0,4947	0,7351	0,0002	0,0024	0,0062					
FORCE8	4,053	0,705	0,1166	0,8808	0,2452	0,0009	0,0187	0,0450	0,0762				
FORCE9	3,577	0,809	0,0004	0,0609	0,0005	0,2836	0,4676	0,1793	0,0010	0,0013			
FORCE10	3,833	0,866	0,0097	0,1059	0,0261	0,0093	0,2714	0,8706	0,0123	0,0604	0,1465		
FORCE11	4,000	0,845	0,0670	0,8419	0,2104	0,0036	0,0423	0,1398	0,0391	0,2216	0,0443	0,2037	
FORCE12	4,000	1,069	0,1433	0,8199	0,2502	0,0028	0,0424	0,3516	0,2603	0,3942	0,0971	0,2011	1,0000

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

Groupe d'items étant le moins facilitants

Seuil  $p < 0,10$

Le Tableau 4.9 nous permet d'identifier le groupe des trois items ayant les plus hautes moyennes en "force facilitante" et des écarts type parmi les plus faibles de la variable force :

- Force 1 - Implication et leadership de la direction RTA du Projet (4,379 pour  $\sigma_{\text{Force1}}=0,820$ )
- Force 3 - Présence d'une ressource support dédiée sur site (4,267 pour  $\sigma_{\text{Force3}}=0,785$ )
- Force 7 - Préparation du centre avant le début des transferts Construction-VPO (4,167 pour  $\sigma_{\text{Force7}}=0,857$ )

Ce groupe se détache significativement des autres items à l'exception des forces 2, 8 et 12. Précédemment, il est identifié au 4.4.5.1 que les items 2 et 12 relèvent de cas particuliers. On identifie donc les trois éléments ci-dessus comme étant les éléments les plus importants pour influencer positivement le déploiement d'un nouvel outil de travail, dans notre cas le déploiement des Centres d'Information. Ces trois éléments sont : le support de la haute direction, la présence d'une ressource support et la mise en place du changement avant la phase d'exécution (dans le cas d'un projet).

#### 4.4.5.3 Analyse des différences des moyennes entre les groupes

Des écarts significatifs entre les réponses des trois groupes pour les items forces 3 et 9 sont mis en évidence par les résultats (Tableau 4.10) de la consultation des parties prenantes ( $K-W_3=0,1890$  ;  $K-W_9=0,0431$ ).

La comparaison de groupe à groupe des résultats de la consultation permet d'identifier qu'il n'y a que dans le cas de la force 9 que l'on peut observer une différence significative au seuil de 0,10

entre les groupes (comparaison deux à deux). Les groupes Construction et de VPO ont une vision différente du rôle que chaque individu peut apporter à la mise en place d'un nouvel outil. Le groupe VPO y voit un élément beaucoup plus facilitant que le groupe Construction. Il est intéressant de relever que la variance des réponses du groupe Construction est très faible ( $\sigma_{\text{CONST9}}=0,354$ ) comparée à la variance des réponses du groupe VPO ( $\sigma_{\text{VPO9}}=0,928$ ).

Cet item traduit, pour une part, le sentiment d'engagement des parties prenantes dans le processus. La compréhension des mécanismes d'engagement et les méthodes permettant de persuader les parties prenantes de l'importance du rôle qu'elles ont à jouer personnellement sont essentielles pour assurer une gestion du changement. Ce résultat amène un questionnement sur la cause de l'écart des réponses entre les deux groupes et sur les moyens pour créer l'engagement. La forte variance observée pour le groupe VPO sur la force 9 nous montre une non-homogénéité du groupe vis-à-vis du déploiement des Centres d'Information.

Tableau 4.10: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, comparaison par groupe

Forces:	SOUS-GROUPES								TAUX DE SIGNIFICATION			
	TOUS N <sub>total</sub> =30		GROUPE 1 CONSTRUCTION N <sub>1</sub> =8		GROUPE 2 SSE N <sub>2</sub> =9		GROUPE 3 VPO N <sub>3</sub> =13		K-W p_value	M-W p_value	M-W p_value	M-W p_value
	Moyenne Ecart-type		Moyenne Ecart-type		Moyenne Ecart-type		Moyenne Ecart-type		Two-tail		Two-tail	
									1 vs 2		1 vs 3	
FORCE1	4,379	0,820	3,875	1,126	4,556	0,527	4,583	0,669	0,2427	0,2360	0,1810	0,8080
FORCE2	4,033	1,098	3,750	1,035	4,111	1,269	4,154	1,068	0,4982	0,3700	0,3360	1,0000
FORCE3	4,267	0,785	3,875	0,991	4,222	0,667	4,538	0,660	0,1890	0,5410	0,1210	0,2920
FORCE4	3,250	1,076	3,500	0,756	2,750	1,282	3,417	1,084	0,3036	0,1610	0,9100	0,2380
FORCE5	3,667	0,877	3,750	0,707	3,875	0,835	3,455	1,036	0,6078	0,7980	0,5450	0,3950
FORCE6	3,867	0,915	3,750	1,035			4,000	0,816			0,6940	
FORCE7	4,167	0,857	4,000	1,000			4,273	0,786			0,6590	
FORCE8	4,053	0,705	3,625	0,744			4,364	0,505			0,0410	
FORCE9	3,577	0,809	3,125	0,354	3,444	0,726	4,111	0,928	0,0431	0,4810	0,0360	0,1610
FORCE10	3,833	0,866	3,875	0,835	4,000	0,866	3,650	0,944	0,7298	0,8150	0,6960	0,4970
FORCE11	4,000	0,845	3,714	1,254	4,111	0,333	4,077	0,862	0,8991	0,7580	0,6990	1,0000
FORCE12	4,000	1,069	3,875	0,991	4,222	1,093	3,917	1,165	0,6569	0,4230	0,8510	0,5540

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

Seuil  $p < 0,20$  pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
 Seuil  $p < 0,10$  pour le test de Mann-Whitney

#### 4.4.5.4 Analyse de concordance des items entre les groupes

L'analyse de la concordance a été conduite deux fois pour s'adapter au questionnaire réalisé avec les groupes. Le premier test (Tableau 4.11) prend en compte les douze items de réponses proposés aux répondants. Les items 6, 7 et 8 n'étant pas posés au groupe SSE, le test s'applique uniquement au groupe Construction et VPO. Le biais créé ne nous permet donc pas d'utiliser les résultats trouvés.

La seconde analyse est réalisée (Tableau 4.11) en excluant les items de réponses 6, 7 et 8. Ce choix permet de comparer la concordance des réponses des trois groupes. Ce test fait apparaître une forte concordance entre les trois groupes ( $W=0,738$ ,  $\chi^2=17,706$ ,  $ddl=8$  et  $p=0,003$ ).

Ce résultat nous permet d'observer une communion de point de vue sur les éléments facilitants du processus de déploiement des CI. Les résultats de ces observations, compte tenu de l'aspect général des items de réponses proposés, doivent être pris en compte dans le déploiement de nouveaux outils issus de la philosophie *Lean*. On peut trouver en tête des éléments facilitants :

1. Implication et leadership de la direction du maître d'œuvre (FORCE1)
2. Présence d'une ressource support affectée sur site (FORCE3)
3. Implication et leadership de la direction de la firme d'ingénierie (FORCE 2)

Ce résultat montre la très grande importance à accorder au support des groupes dans le cadre d'une implantation *Lean Construction* et l'absolue nécessité d'un soutien efficace de la part de la hiérarchie de chacune des entités impliquées (ici RTA et SLH).

Les 3 forces les moins facilitantes (aucune n'a été jugée freinantes) sont les forces 4, 9 et 5. Ce résultat montre le faible impact lié à l'origine de l'outil choisi ; il vient soutenir l'idée que la culture *Lean*, issue de l'industrie manufacturière, peut avoir sa place dans la construction.

Tableau 4.11: Influence des forces en présence sur le processus d'implantation des CI, concordance entre les réponses des trois groupes

Forces:	TOUS N <sub>total</sub> =30		CONST N <sub>1</sub> =8		SSE N <sub>2</sub> =9		VPO N <sub>3</sub> =13		KENDALL p_value
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	
FORCE1	4,379	1 (1)	3,875	2 (1)	4,556	1 (1)	4,583	1 (1)	Avec Force 6, 7 et 8 W 0,630 N 2 chi-squared 13,854 ddl 11 p 0,206
FORCE2	4,033	5 (3)	3,750	6 (5)	4,111	4 (4)	4,154	5 (3)	
FORCE3	4,267	2 (2)	3,875	2 (1)	4,222	2 (2)	4,538	2 (2)	
FORCE4	3,250	12 (9)	3,500	11 (8)	2,750	9 (9)	3,417	12 (9)	
FORCE5	3,667	10 (7)	3,750	6 (5)	3,875	7 (7)	3,455	11 (8)	
FORCE6	3,867	8	3,750	6		10	4,000	8	
FORCE7	4,167	3	4,000	1		11	4,273	4	Sans Force 6, 7 et 8 W 0,738 N 3 chi-squared 17,706 ddl 8 p 0,003
FORCE8	4,053	4	3,625	10		12	4,364	3	
FORCE9	3,577	11 (8)	3,125	12 (9)	3,444	8 (8)	4,111	6 (4)	
FORCE10	3,833	9 (6)	3,875	2 (1)	4,000	6 (6)	3,650	10 (7)	
FORCE11	4,000	6 (4)	3,714	9 (7)	4,111	4 (4)	4,077	7 (5)	
FORCE12	4,000	6 (4)	3,875	2 (1)	4,222	2 (2)	3,917	9 (6)	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

Le biais identifié au 4.4.5.1 doit toutefois nuancer cette dernière analyse. L'approche déductive choisie pour ce mémoire, en l'absence d'étude équivalente disponible, a amené à la construction du questionnaire utilisé en fonction des observations de l'intervenant-chercheur et d'entretiens

avec les principales parties prenantes. N'ayant pas mis en évidence les forces freinantes agissant dans le cadre d'une implantation *Lean Construction*, une nouvelle étude devrait s'attarder sur ce point pour venir compléter les forces facilitantes mises en évidence.

#### 4.4.6 Analyse des méthodes de déploiement

L'enquête menée auprès des parties prenantes a privilégié l'interrogation de celles-ci sur les méthodes et les choix effectués dans le cadre du déploiement *Lean Construction* au projet AP60. Les répondants ont dû évaluer leur accord avec neuf méthodes selon une échelle de Likert à cinq points d'ancrage (1=fortement en désaccord ; 5= fortement en accord) :

- Méthode 1. La procédure pour déployer le Centre d'Information était clairement présentée et expliquée
- Méthode 2. Le temps pris pour préparer le Centre d'Information était approprié
- Méthode 3. La charge de travail nécessaire à la préparation du Centre d'Information était appropriée
- Méthode 4. Les personnes impliquées dans la préparation du Centre d'Information étaient les bonnes
- Méthode 5. La période d'implantation du Centre d'Information était la bonne
- Méthode 6. Lors de la 1<sup>ère</sup> rencontre du Centre d'Information, l'équipe était bien préparée
- Méthode 7. Pour l'utilisation courante du Centre d'Information, l'équipe était bien préparée
- Méthode 8. La formation reçue pour utiliser le Centre d'Information est suffisante
- Méthode 9. Le support reçu pour utiliser le Centre d'Information est suffisant

##### 4.4.6.1 Analyse des items mis en valeur par l'enquête



Les résultats (Tableau 4.12) mettent en évidence la méthode 6 comme étant l'item avec lequel les répondants sont le moins en accord avec une variance de 1,101. L'analyse des réponses fait apparaître un écart significatif des moyennes de cet item par rapport à tous les autres. Ce résultat traduit le manque de préparation des équipes lors de la première séance mais aussi le choix effectué par celles-ci de se lancer rapidement.

L'analyse de la variance des réponses montre un écart-type équivalent dans le cas des neuf items. Celui-ci va de  $\sigma_{\text{MÉTHODE2}}=0,970$  à  $\sigma_{\text{MÉTHODE8}}=1,130$ . Ces résultats montrent l'absence d'une réelle unité de point de vue dans l'échantillon des répondants.

Tableau 4.12: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, comparaison deux à deux des items de réponse

Méthodes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Ecart Type	METHODE1	METHODE2	METHODE3	METHODE4	METHODE5	METHODE6	METHODE7	METHODE8
METHODE1	3,500	1,103								
METHODE2	3,692	0,970	0,0787							
METHODE3	3,615	0,983	0,3579	0,2594						
METHODE4	4,000	1,018	0,0165	0,0505	0,0154					
METHODE5	3,960	0,889	0,0074	0,1377	0,0780	0,5957				
METHODE6	2,545	1,101	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
METHODE7	3,481	0,893	0,6894	0,2445	0,3222	0,0027	0,0242	0,0004		
METHODE8	3,259	1,130	0,2195	0,1459	0,1179	0,0037	0,0009	0,0016	0,2829	
METHODE9	3,741	1,023	0,1944	0,6808	0,4258	0,1530	0,1747	0,0001	0,1148	0,0142

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

 Groupe d'items pour lequel les répons sont le moins en accord  
 Seuil p < 0,10

#### 4.4.6.2 Analyse des différences des moyennes entre les groupes



Des écarts significatifs entre les réponses des trois groupes pour les items forces 7, 8 et 9 sont mis en évidence par les résultats (Tableau 4.13) de la consultation de parties prenantes (K-W<sub>7</sub>=0,0422 ; K-W<sub>8</sub>=0,0136 ; K-W<sub>9</sub>=0,1902).

La comparaison groupe à groupe des résultats de la consultation permet d'identifier dans le cas des trois items 7, 8 et 9 des différences significatives au seuil de 0,10 entre les groupes (comparaison deux à deux) avec  $\sigma_7=0,893$  ;  $\sigma_8=1,130$  ;  $\sigma_9=1,023$ .

Tableau 4.13: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, comparaison par groupe

Méthodes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		SOUS-GROUPES						TAUX DE SIGNIFICATION			
			GROUPE 1 CONSTRUCTION N <sub>1</sub> =8		GROUPE 2 SSE N <sub>2</sub> =9		GROUPE 3 VPO N <sub>3</sub> =13		K-W p_value	M-W p_value	M-W p_value	M-W p_value
			Moyenne Ecart-type		Moyenne Ecart-type		Moyenne Ecart-type		Two-tail	Two-tail	Two-tail	Two-tail
	Moyenne Ecart-type								1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
METHODE1	3,500	1,103	3,143	1,215	3,333	1,506	3,818	0,751	0,3501	0,6280	0,1510	0,7330
METHODE2	3,692	0,970	3,571	0,976	3,286	1,380	4,000	0,603	0,4242	0,8050	0,3840	0,3400
METHODE3	3,615	0,983	3,500	0,535	3,286	1,380	3,909	0,944	0,4123	1,0000	0,2720	0,3750
METHODE4	4,000	1,018	4,125	0,641	3,625	1,302	4,167	1,030	0,5486	0,5050	0,6780	0,3430
METHODE5	3,960	0,889	3,714	0,951	3,875	0,835	4,200	0,919	0,5446	0,8670	0,3640	0,4600
METHODE6	2,545	1,101	2,167	1,169	2,167	0,753	3,000	1,155	0,2182	0,9370	0,2200	0,1470
METHODE7	3,481	0,893	3,286	0,488	3,000	1,069	3,917	0,793	0,0422	0,7790	0,0560	0,0570
METHODE8	3,259	1,130	2,500	1,069	3,000	1,155	3,917	0,793	0,0136	0,6130	0,0040	0,0830
METHODE9	3,741	1,023	3,143	1,215	3,750	1,035	4,083	0,793	0,1902	0,3360	0,0830	0,5210

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

 Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
 Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

#### Méthode 7 et 8 :

Le test de Mann-Whitney permet de mettre en lumière l'écart de réponse entre le groupe de VPO et les groupes Construction et SSE concernant les items 7 et 8. Dans ces deux cas, le groupe de VPO estime que la formation reçue et le degré de préparation du groupe étaient corrects pour l'utilisation des CI contrairement aux deux autres groupes.

Les réponses des groupes Construction et SSE s'interprètent chacune de manière différente :

- Dans le cas du groupe Construction, la charge de travail au moment de l'implantation et le manque de curiosité par rapport au nouvel outil ont créé un déficit de préparation du groupe par rapport à VPO qui a disposé des mêmes ressources au même moment, mais avec l'avantage d'avoir son activité seulement en démarrage.

La prise de responsabilités et d'initiatives, notamment dans le développement des ICP, de la part du groupe de VPO dans le déploiement des CI est aussi un facteur important expliquant la différence de préparation ressentie par les deux groupes.

La volonté de lancement rapide des CI, imposant les derniers alignements au cours des premières séances, ne peut être retenue comme un facteur d'explication de l'écart de préparation ressenti, car les deux groupes construction et VPO étaient exactement dans le même cas.

- Dans le cas du groupe SSE, le manque de préparation ressenti est attribuable au manque de formation et d'accompagnement proposés au lancement et à la première phase d'utilisation du CI. Ces deux éléments proviennent de l'absence d'une ressource dédiée à l'amélioration continue sur le chantier de construction.

### **Méthode 9 :**

Le support reçu dans le cadre de l'utilisation, bien que globalement jugé suffisant, fait apparaître une différence de perception significative entre les groupes de VPO et Construction dont les moyennes de réponse sont respectivement 4,083 et 3,143.

Cette différence de perception trouve une source d'explication avec les mêmes arguments que ceux mis en avant pour expliquer les différences de perception entre les groupes Construction et VPO sur les items 7 et 8.

La curiosité, les initiatives et le comportement volontaire des groupes VPO et SSE les ont amenés à trouver le soutien dont ils avaient besoin. On observe, par les réponses à cet item, un indicateur de l'appropriation de l'outil CI.

#### **4.4.6.3 Analyse de concordance des items entre les groupes**

Le test de Kendall (Tableau 4.14) appliqué aux différents items de la variable « méthode » fait apparaître une forte concordance entre les trois groupes ( $W=0,794$ ,  $\chi^2=19,056$ ,  $ddl=8$  et  $p=0,000$ ).

Les items méthodes apparaissant comme les plus fortement adaptés sont les items 4, 5 et 9. Ils représentent à la fois des éléments choisis (item 4), de contexte (item 5) et de support (item 9). Aucune grande direction ne se détache.

Les trois items apparaissant comme les moins adaptés (items 6, 8 et 7) sont à l'inverse très concentrés ; ils traitent tous de la préparation des équipes à l'utilisation des CI. Ce résultat reflète le choix effectué par chacun des groupes de commencer au plus tôt l'utilisation des CI et d'effectuer une partie de l'apprentissage directement au contact de l'outil. Ce choix est jugé, à posteriori, comme peu adéquat par les trois groupes.

Tableau 4.14: Pertinence des méthodes employées pour déployer les CI, concordance entre les réponses des trois groupes

Méthodes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		CONST N <sub>1</sub> =8		SSE N <sub>2</sub> =9		VPO N <sub>3</sub> =13		KENDALL p_value
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	
METHODE1	3,500	6	3,143	6	3,333	4	3,818	8	W 0,794 N 3 chi-squared 19,056 ddl 8 p 0,000
METHODE2	3,692	4	3,571	3	3,286	5	4,000	4	
METHODE3	3,615	5	3,500	4	3,286	5	3,909	7	
METHODE4	4,000	1	4,125	1	3,625	3	4,167	2	
METHODE5	3,960	2	3,714	2	3,875	1	4,200	1	
METHODE6	2,545	9	2,167	9	2,167	9	3,000	9	
METHODE7	3,481	7	3,286	5	3,000	7	3,917	5	
METHODE8	3,259	8	2,500	8	3,000	7	3,917	5	
METHODE9	3,741	3	3,143	6	3,750	2	4,083	3	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

	Groupe des 3 plus fortes attentes
	Groupe des 3 plus faibles attentes

Les résultats du questionnaire nous permettent, d'une part, d'observer des éléments généraux communs à toutes les entités d'un chantier et qui vont permettre de guider une future intégration du *Lean Construction*. Ils mettent aussi en évidence les différences de point de vue existant à l'intérieur d'un même projet et d'un même chantier sur l'introduction d'un nouvel outil. Ces différences de point de vue amènent la nécessité de déployer autant d'approches, de solutions et de supports spécifiques.



## 4.5 Conclusion

Les résultats présentés dans ce chapitre permettent de dresser une cartographie très précise du processus d'implantation du *Lean Construction* au sein du Projet AP60. Ces résultats mettent en évidence les ouvertures possibles du secteur de la construction à de nouveaux modes de travail en utilisant les Centres d'Information mais également les autres initiatives déployées.

La conduite de cette étude développe un regard inédit sur les mécanismes à l'œuvre dans le cadre de l'introduction de nouveaux outils de travail requérant une évolution de la culture de travail. Les résultats de cette étude permettent de s'éloigner du point de vue macroscopique pour comprendre les dynamiques existant au sein de l'organisation. Ils permettront de tracer plus précisément le chemin d'une nouvelle implantation de la culture *Lean Construction* dans de nouveaux projets.

La qualité de ces apprentissages revient, pour une grande part, à la méthodologie de recherche employée. Celle-ci a permis au chercheur de s'approcher au plus près du terrain et d'obtenir ainsi des résultats inédits qui viendront enrichir la littérature scientifique. Le chapitre 5 propose des recommandations et des avenues de recherches issues de ces résultats.

## CHAPITRE 5 DISCUSSION ET VISION

Ce chapitre propose de revenir sur les résultats présentés dans le chapitre précédent pour les analyser.

### 5.1 Contributions

Cette partie effectue un retour sur la recherche menée pour évaluer les contributions de celle-ci. Dans un premier temps sont présentées les contributions théoriques de cette recherche pour la littérature scientifique. Dans un second temps sont présentées les contributions pratiques de ce travail de recherche.

#### 5.1.1 Contributions théoriques

Cette recherche vient enrichir la littérature scientifique en documentant de manière novatrice l'introduction d'outils issus de la culture *Lean* sur un chantier de construction. De nombreuses publications existent sur le concept de *Lean Construction*, celles-ci utilisent principalement un schéma d'analyse des données de performance de plusieurs chantiers après utilisation d'outils *Lean Construction*.

Or, la philosophie *Lean* ne se limite pas à des outils ou un concept, il s'agit d'une culture qui se développe dans une organisation. Les outils en sont simplement les moyens, les vecteurs.

Cette étude apporte l'originalité d'être conduite depuis l'intérieur même de l'organisation qui s'engage dans l'implantation du *Lean Construction*. Le chercheur dispose alors d'une position privilégiée pour observer le changement, les modes de fonctionnement interne ainsi que les nombreux éléments qui ne transparaîtraient pas dans le cas d'une consultation de parties prenantes par un chercheur externe.

Le choix d'étudier, dans ce mémoire, un projet de construction en particulier a permis au chercheur d'approfondir son étude et d'observer ainsi les différences de fonctionnement et d'appropriation de la culture *Lean* entre les différentes équipes du chantier.

Enfin, la méthodologie de recherche-intervention choisie pour conduire cette étude permet à l'intervenant-chercheur de donner à la littérature des outils pratiques et des méthodes pour développer le *Lean Construction* dans une organisation. Cette élément était relevé comme faisant défaut dans la littérature disponible et va nécessiter encore du travail de recherche.

### 5.1.2 Contributions pratiques

L'utilisation de la méthodologie de recherche-intervention apporte un aspect particulier au volet de la contribution pratique du travail de recherche effectué. En effet, si la mission proposée à l'intervenant-chercheur se décomposait pour moitié dans le travail d'implantation des outils *Lean* et, pour l'autre partie dans la recherche, ces deux activités se complètent et permettent à l'organisation de retirer une importante contribution pratique.

La première contribution pratique de cette étude se trouve dans le travail mené directement sur le terrain par l'intervenant-chercheur qui, dans le cadre de son mandat et profitant de son intégration à temps plein aux équipes de projet, a conduit la mise en place de nouveaux outils de travail dans l'organisation, la formation des différentes parties prenantes et la promotion du changement. C'est grâce à son action de facilitation du changement, de définition de la marche à suivre et ses interactions avec les parties prenantes qu'il a conduit son intervention sur l'objet d'étude et atteint ainsi une première étape vers le développement d'une culture de travail *Lean* au sein de l'organisation.

Dans un second temps, cette contribution pratique prend la forme d'une création de connaissances et de compétences chez toutes les parties prenantes impliquées : maître d'œuvre et firme d'ingénierie. La réalisation de cette étude constitue un précédent pour tous les participants et sera le point de départ d'une implantation future sur un nouveau projet. Celle-ci pourra profiter des leçons apprises de la première expérience acquise dans cette étude.

Enfin, la réalisation de cette étude dans un cadre de recherche-intervention, impliquant la présence d'une personne ressource à plein temps, montre la détermination de la haute direction du projet pour aboutir à un résultat. Un rapport interne à RTA, commandé à la suite de la visite du vice-président Amélioration des Affaires de Rio Tinto Alcan, se conclut par la phrase suivante :

*«The only unfortunate reflection is the lost opportunities in instilling the Lean mindset from the inception of the project.»*

Cette détermination se trouve récompensée par une reconnaissance du travail accompli de la part des fonctions corporatives de Rio Tinto Alcan. Cette recherche aura permis de contribuer à la visibilité du concept de *Lean Construction* à l'intérieur de l'organisation.

## **5.2 Limites**

L'étude présentée dans ce mémoire, même si elle a bénéficié d'une importante liberté, a rencontré des limites. Celles-ci sont dues tout autant aux choix méthodologiques, au contexte autour de l'objet d'étude qu'aux règles choisies pour l'encadrer. Cette partie relève les limites de cette recherche et tente d'en évaluer l'impact sur les recherches futures.

### **5.2.1 Méthodologie de recherche**

Le choix de la recherche-intervention correspondait précisément aux besoins de Rio Tinto Alcan et apportait la possibilité d'analyser en profondeur les modes de fonctionnement du projet, la distribution des pouvoirs et l'analyse des comportements. Le problème est qu'en l'absence d'étude similaire, il n'est pas possible d'effectuer de comparaisons avec des projets équivalents.

Cette étude exploratoire a permis d'ouvrir de nombreuses pistes de recherche mais nécessitera d'autres expérimentations pour affiner les résultats mis en évidence et les comparer entre eux.

### **5.2.2 Le contexte et l'environnement**

Le contexte et l'environnement sont des éléments sur lesquels le chercheur a peu d'influence mais qui ont un impact majeur sur l'objet d'étude. Dans le cas de cette étude, l'élément ayant eu le principal impact est constitué par la phase du projet au cours de laquelle l'étude est réalisée.

#### **5.2.2.1 Période de réalisation du projet de recherche-intervention**

Ainsi que le montre la Figure 2.6, la période sur laquelle s'est déroulée cette recherche ne couvre pas la totalité de la durée du projet ni de la phase de construction. Cet élément du contexte a agit sur le volet intervention de cette recherche en limitant les choix réalisables par l'intervenant-chercheur.

Pour tenir compte de ce facteur et effectuer les choix les plus performants dans le cadre du projet AP60, l'intervenant-chercheur a conçu une solution personnalisée. Le déploiement des Centres d'Information a pris une direction de bas en haut et ceux-ci ont été construits autour des équipes fonctionnelles de l'organisation. L'imposition de ces schémas permet de construire des avenues de recherches qui seront détaillées plus tard dans ce chapitre.

### 5.2.2.2 Rôle de la firme d'ingénierie

Ce projet de recherche et la partie intervention qui le caractérise est mis en place suivant la volonté du maître d'œuvre d'expérimenter et d'implanter le *Lean Construction* sur son projet de construction. Ce mémoire fait la démonstration de l'importance de l'implication de la firme d'ingénierie dans le cadre de l'implantation du *Lean Construction* à un projet. La firme d'ingénierie associée au projet tient donc un rôle de suiveur et non de meneur pour cette expérimentation. Une position de leader assurée par la firme d'ingénierie constituerait un élément facilitant très important pour l'implantation du *Lean Construction* dans un prochain projet.

### 5.2.2.3 Disponibilité des personnels

Le contexte et la période d'implantation ont entraîné une contrainte supplémentaire, à savoir la difficulté d'obtenir de la disponibilité chez les parties prenantes de l'implantation *Lean Construction*. Cet élément a nécessité un travail important de l'intervenant chercheur qui a dû faire preuve de beaucoup de pédagogie et de persuasion pour réaliser sa mission d'implantation.

### 5.2.2.4 Mobilité des personnels

Le projet de construction décrit dans cette étude est une organisation temporaire multiple qui nécessite la création d'une équipe rassemblant tous les talents nécessaires à la réalisation du projet. Une fois le projet terminé, cette équipe est dissoute.

Certains entrepreneurs travaillent avec un personnel stable qui reste de nombreuses années dans l'entreprise et participe à la transmission du savoir. Dans le cas du projet AP60, la firme d'ingénierie est un consortium recrutant une partie de ses personnels sous contrat spécifiquement pour le projet en cours. Ce mode de fonctionnement accentue l'effet de dispersion de l'équipe une fois le projet terminé et ne permet pas d'envisager la réunification de l'équipe précédemment formée pour un nouveau projet.

## 5.2.3 Les règles choisies

En plus d'avoir guidé certains choix pour l'expérimentation du *Lean construction*, le contexte de l'objet d'étude a amené la mise en place d'une règle. L'obligation de ne pas modifier les structures organisationnelles du projet a servi de cadre pour le déploiement *Lean Construction*.

Le choix de ne pas modifier les structures organisationnelles du projet a un impact direct sur l'approche systémique présentée dans la Figure 4.1. Cela revient à souhaiter conserver inchangé le système opérationnel, l'une des trois dimensions de cette approche :

- Le système opérationnel
- Les infrastructures de gestion
- La mentalité et les comportements

La non modification des structures organisationnelles, nécessaire dans le contexte du projet AP60<sup>53</sup>, implique d'introduire un changement du système opérationnel qui influencera la mentalité et les comportements sans impacter les infrastructures de gestion.

Or, pour obtenir un changement pérenne à long terme, il faut agir simultanément sur les trois dimensions. Cette limite que nous nous sommes imposée ne permettait pas de conduire le changement à son terme. L'identification de cette limite nous montre une nouvelle avenue de recherche.

---

<sup>53</sup> Voir 4.1.1 - Analyse systémique du changement

### 5.3 Avenues de recherche

L'étude menée par l'intervenant-chercheur et la place qu'il a occupé dans le Projet AP60 tout au long de son mandat lui ont permis d'observer de nombreuses avenues de recherche ou futures opportunités pour le concept de *Lean Construction* et les Centres d'Information.

Ces avenues de recherche, susceptibles d'offrir de nouvelles directions de recherche, sont aussi des ébauches de propositions pratiques pour de futurs déploiements *Lean Construction*.

#### 5.3.1 Nouvelle approche de recherche

Dans le cadre de cette maîtrise, une approche de recherche inductive a été choisie. Grâce à cette méthode il a été possible, à partir du thème et de la question de recherche, d'effectuer de nombreuses observations directement sur le terrain. Ces observations ont permis d'élaborer un questionnaire soumis aux parties prenantes de la recherche. Leurs réponses ont été traitées et analysées pour ensuite interpréter les résultats suivant les observations de l'intervenant-chercheur.

Cette méthode de recherche inductive a débuté avec des considérations qualitatives, pour ensuite rechercher des données quantitatives et revenir ensuite à un mode qualitatif.

Une continuité intéressante de cette étude serait d'utiliser une approche hypothéticodéductive. Celle-ci permettrait, d'après les résultats présentés dans ce mémoire, de construire un questionnaire ciblé sur les éléments mis en évidence. Il serait ensuite possible d'effectuer une comparaison de résultats.

#### 5.3.2 Nouvelle structure de déploiement de Centres d'Information

Le cas d'étude présenté dans ce mémoire se déroule dans un contexte particulier qui a été explicité. Dans cette partie nous évoquons la possibilité d'un schéma d'intégration dans lequel un plus grand nombre de possibilités s'offriraient au facilitateur. Celui-ci pourrait donc effectuer davantage de choix par rapport aux leçons apprises du mémoire.

##### 5.3.2.1 Réaliser un déploiement de haut en bas

L'engagement des parties prenantes, dans le cas de l'implantation d'une nouvelle culture de travail, constitue un élément de base. Le schéma de déploiement suivi dans le cas du projet AP60

est parti du bas vers le haut pour s'adapter au stade atteint par le projet et pour être capable d'obtenir rapidement des gains.

Dans le cas d'un projet où des Centres d'Information seraient déployés plus tôt, il serait intéressant de suivre un cheminement de haut en bas. Ce choix permettrait notamment :

- La mise en place d'un leadership par l'exemple
- L'alignement des indicateurs sur les besoins de la haute direction
- La possibilité de mettre en place des audits de standard par les responsables (processus existant en opération) pour maintenir le niveau de l'outil

Dans le cas d'un déploiement tôt dans un projet, le choix du cheminement depuis la direction apporterait des bénéfices importants. Cela constitue un argument pour déployer la philosophie *Lean* dès le lancement du projet.

### **5.3.2.2 Introduction de l'outil Centre d'Information dans la structure de Gestion de Projet dans un format par « Secteur »**

La phase de projet choisie pour le déploiement de Centres d'Information n'a laissé que peu de possibilités quant au choix des équipes utilisatrices de cet outil et l'architecture<sup>54</sup> organisant les Centres d'Information.

Plus haut, nous avons abordé la question de l'organisation fonctionnelle du projet de construction<sup>55</sup>. En plus des différentes fonctions travaillant à l'exécution du projet de construction, une organisation matricielle avec des secteurs a été mise en évidence. Il s'agit d'un découpage du projet global de construction de l'Aluminerie Arvida – Centre Technologique AP60 en sous-projet. Une architecture des différents Centres d'Information donnant plus de place à ce fait (Figure 5.1) pourrait apporter des résultats très intéressants suivant le retour d'expérience de cette étude.

---

<sup>54</sup> Figure 2.9 - Structure des Centres d'Information au Projet AP60

<sup>55</sup> Voir 2.2.6 - Fonctionnement



Déployée beaucoup plus tôt dans la vie d'un projet, une structure accompagnant le fonctionnement matriciel du projet pourrait avoir la forme suivante :

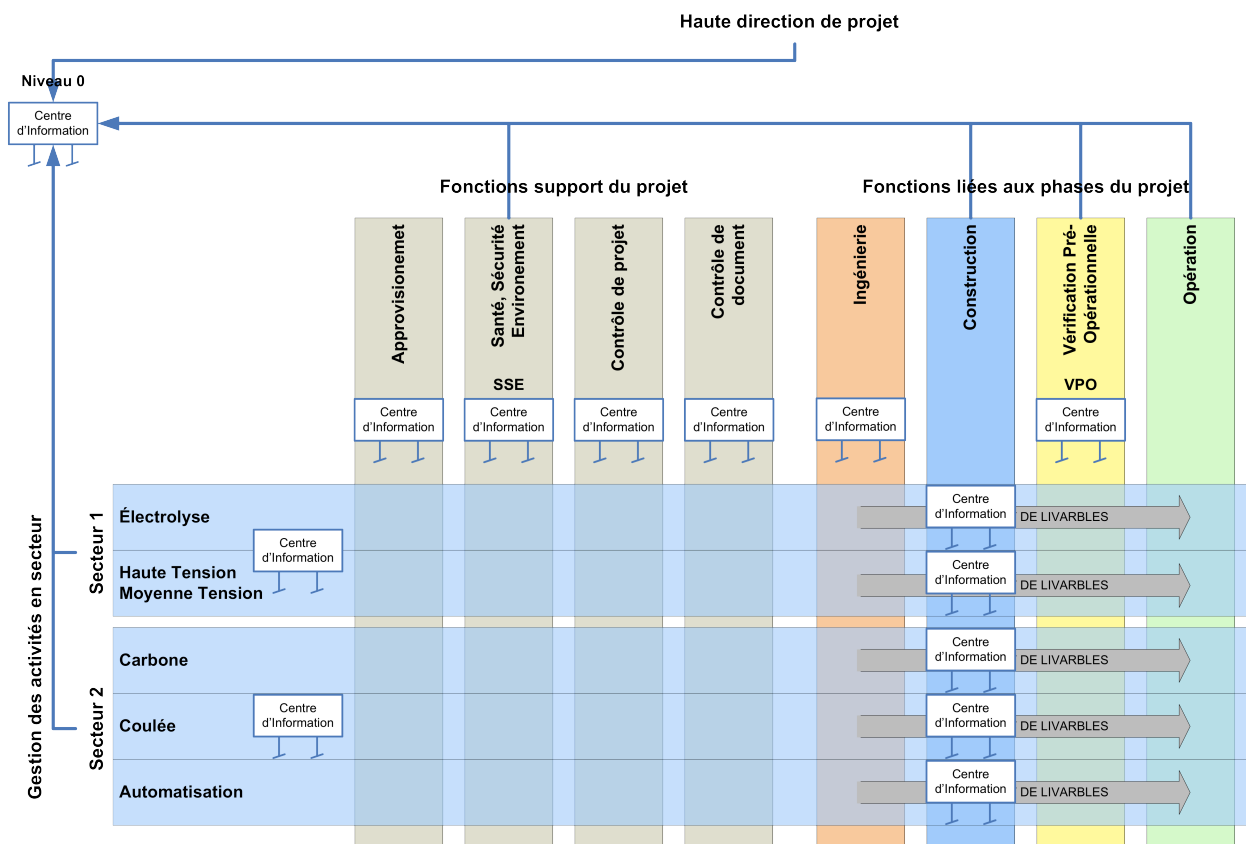


Figure 5.1 - Schéma possible d'intégration des Centres d'Information dans une organisation matricielle

Cette architecture, représentée ci-dessus sous une de ses formes possibles, nécessite une construction progressive et un dynamisme fort dans les Centres d'Information qui la composent. Ce dynamisme doit se traduire par l'adaptation continue des Centres d'Information à l'évolution du projet. Dans les faits, il faudra observer une évolution des ICP, des tableaux d'opération, du calendrier maître et aussi de la position géographique pour suivre l'activité.

Les Centres d'Information (Figure 5.2 et Figure 5.3) de secteur, grâce à leur évolution et proximité avec les activités de projet, auraient pour objectifs d'accompagner l'exécution dans chacune des phases du projet et leur transition en regroupant les chefs de secteur de chacune des fonctions au sein du même forum.

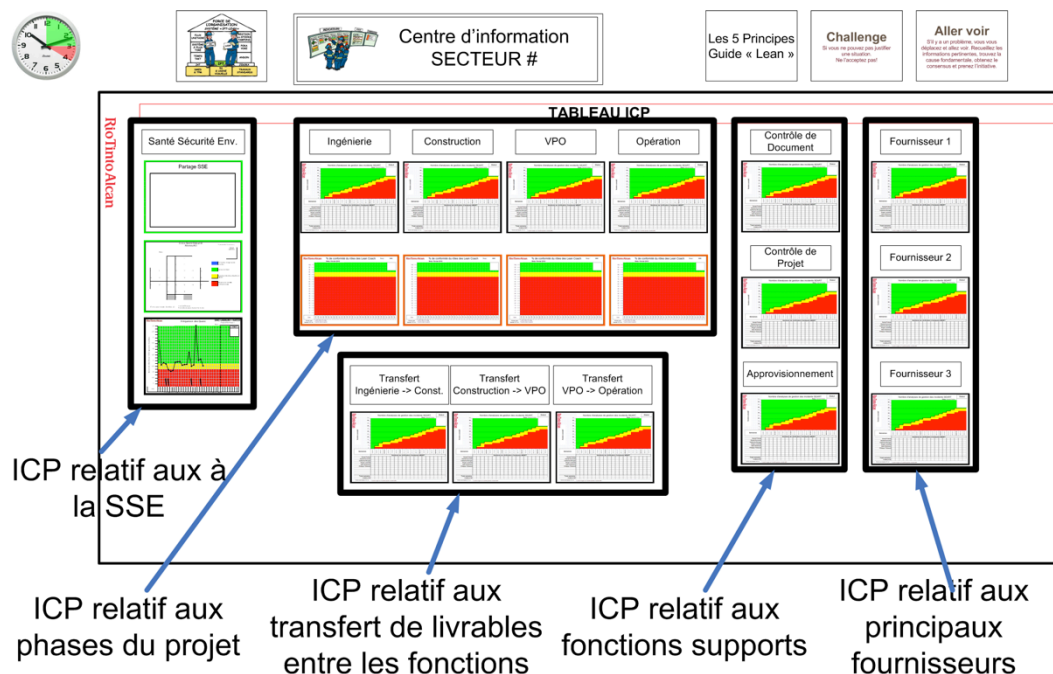


Figure 5.2 - Format possible d'un Centre d'Information par secteur - Section des ICP

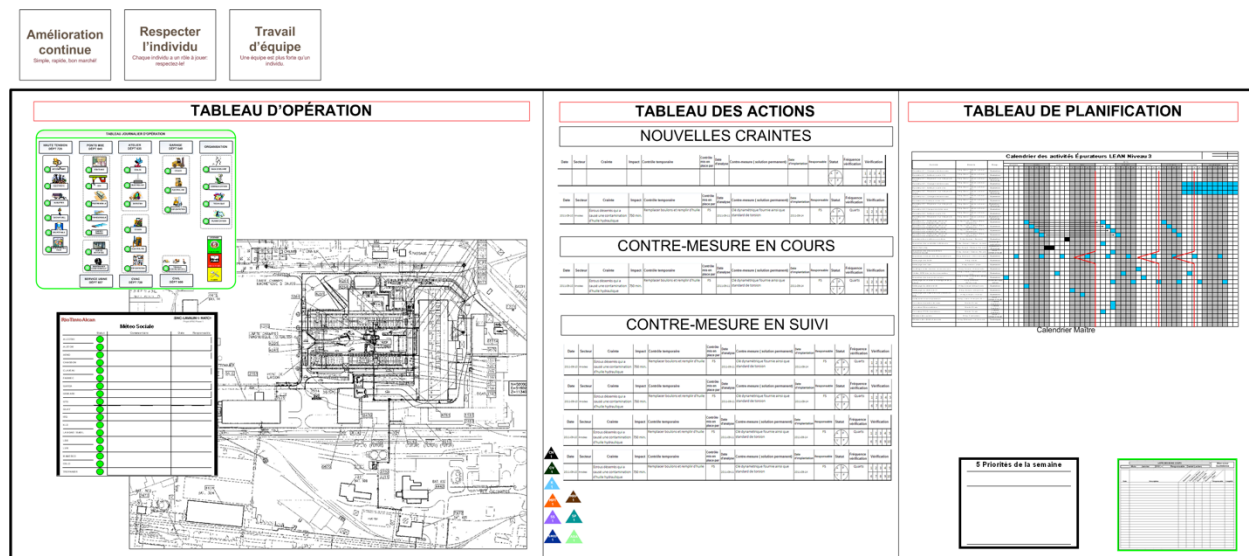


Figure 5.3 - Format possible d'un Centre d'Information par secteur – Autres sections

La mise en place de Centres d'Information par secteur doit être accompagnée par le déploiement d'un Centre d'Information de direction équivalent au Centre d'Information N0 mis en place dans le cadre du projet AP60.

Le déploiement de Centres d'Information doit aussi se faire dans la direction du travail de terrain. Dans cette optique, l'intégration des fonctions du projet dans ce nouveau type d'architecture doit faire l'objet d'une réflexion particulière pour permettre d'intégrer toutes les activités et d'éviter les « zones grises » qui représentent une importante source de gaspillage.

### **5.3.2.3 Construction d'un système « Pull » dans les transferts, depuis Ingénierie jusqu'à Opération**

Le paragraphe précédent tente de dessiner les contours d'une organisation des Centres d'Information plus orientée vers les secteurs du projet. Ce mode de fonctionnement permet de centraliser la gestion d'un secteur et les acteurs clés de celui-ci dans un même forum.

Une partie de l'étude menée dans ce mémoire a traité de l'établissement d'un flux tiré depuis l'équipe d'opération sur la construction en passant par la VPO. Le développement de CI par secteur permettrait de mettre en place un flux tiré entre les différentes fonctions du projet depuis la phase d'ingénierie. Ce mode de fonctionnement offrirait à l'équipe de construction un moyen de s'assurer de la réception des livrables de l'équipe d'ingénierie.

### **5.3.2.4 Mise en place des Centres d'Information dès la phase de faisabilité du projet**

La Figure 2.4 nous présente les différentes dimensions d'un projet de construction. Dans cette figure, la dimension relative aux phases de projet mérite notre attention. Dans le cadre de cette étude, seules les phases de construction, VPO et opération ont été traitées. La phase d'ingénierie a bénéficié de plusieurs initiatives préalables à cette étude mais non reliées aux autres phases du projet.

Une opportunité intéressante consisterait à introduire le concept de *Lean Construction* dès la phase de faisabilité du projet de construction. Ce choix favoriserait l'insertion de cette culture de travail en amont du projet afin d'améliorer les comportements réflexes.

Ce choix apporterait également une plus grande marge de manœuvre dans les choix d'implantation à réaliser (sens de déploiement, construction par secteur,...) et la possibilité d'inclure le recours à ces méthodes de travail dans les contrats liant les différentes parties prenantes au maître d'œuvre. Il permettrait de réaliser plus tôt un développement de compétences des parties prenantes et la mise en place d'un mentorat. Tous ces éléments iraient dans le sens d'une réduction de la résistance au changement des équipes.

L'implantation des Centres d'Information dès la phase de faisabilité d'un projet permettrait également de choisir plus librement les différents outils à implanter (« *Last Planner* », résolution de problème, amélioration des procédés, implantation avec les entrepreneurs, travaux standards, etc...) ainsi que la méthode d'intégration aux processus de travail.

### 5.3.3 Repenser la structure de projet

L'analyse effectuée au 4.1.1 et l'observation des limites décrites au 5.2.3 ont permis d'identifier un élément freinant pour le processus d'implantation du *Lean Construction*. Dans le cadre d'une nouvelle expérimentation ou utilisation du *Lean Construction* dans un projet équivalent il serait intéressant de mener une réflexion sur l'« Infrastructure de gestion »<sup>56</sup>.

Cette réflexion permettrait d'adapter les éléments de l'« Infrastructure de gestion » de manière à soutenir le déploiement du *Lean Construction* et de motiver les équipes dans le cadre d'un nouveau projet. Parmi les éléments à prendre en compte, on peut citer :

- La définition des objectifs personnels
- Les liens contractuels avec les parties prenantes
- Les ressources supports dédiées
- La structure organisationnelle
- La structure d'amélioration

Le but de cette réflexion est de s'assurer de ne placer aucune barrière de principe dans les choix relatifs au déploiement d'une nouvelle culture de travail.

#### 5.3.3.1 Intégrer le déploiement *Lean Construction* dans les conditions contractuelles du projet

Dans cette recherche, le rôle de la firme d'ingénierie agissant en tant que représentant du maître d'œuvre au chantier dans le cadre du contrat IAGC, s'est avéré central. Ce groupe crée le principal lien entre le maître d'œuvre et les entrepreneurs. Il devient alors impératif de s'assurer

---

<sup>56</sup> Voir la Figure 4.1 - Illustration de l'approche systémique et la partie 4.1.1 - Analyse systémique du changement

que cet acteur très important du chantier soit un ambassadeur de la culture *Lean* en donnant l'exemple.

Une solution envisageable pourrait être l'introduction, dans le contrat IAGC, de la nécessité pour la firme d'ingénierie d'utiliser et promouvoir le *Lean Construction* comme méthode de travail.

### **5.3.3.2 Faire du déploiement *Lean Construction* un objectif des gestionnaires**

La revue de littérature détaille en 1.4 page 37 les critères de mesure du succès d'un projet et la construction des ICP. Introduire dans les éléments de mesure des performances le niveau atteint par l'implantation de la culture de travail *Lean* et la qualité de fonctionnement des outils associés donnerait un signe très fort sur l'importance accordée à ce déploiement. L'implication des gestionnaires dans le déploiement du *Lean Construction* deviendrait alors un de leurs objectifs.

La mise en place d'un tel système de mesure de performance, intervenant dans l'« Infrastructure de gestion », représente une avenue de recherche à part entière compte tenu de la complexité du sujet et de l'impact possible sur le projet.

Pour ses installations, RTA a développé un outil qui peut constituer une partie de la solution en étant adapté au projet de construction : le Leadership de maintien (outil permettant d'évaluer le niveau d'utilisation d'un Centre d'Information). Il n'a pas été mis en place dans le cadre de cette étude à cause du sens de déploiement des Centres d'Information.

### **5.3.3.3 Mettre en place un système de support/formation plus présent et récurrent**

Le concept de *Lean Construction*, au delà de la simple mise en place d'outils, conduit à l'implantation d'une nouvelle culture de travail. Pour permettre le cheminement vers cette nouvelle culture, la mise en place d'un système de mentorat entre la personne chargée d'organiser le déploiement de la culture *Lean* et les gestionnaires de l'organisation est primordiale.

Ce mentorat, dont les conditions doivent être établies de gré à gré entre le gestionnaire et le facilitateur *Lean*, doit permettre au gestionnaire d'avancer dans sa compréhension de la culture *Lean*, d'accompagner au plus près l'évolution de l'organisation et d'identifier les opportunités.

### 5.3.4 Réflexion globale depuis le sommet sur les ICP

Différents éléments ont été relevés dans cette étude concernant les indicateurs de performance et la récupération d'information :

1. La différence de vision du chantier entre les différents groupes qui, dans le cas du transfert de Construction vers VPO, empêche un suivi quantitatif proactif de l'avancement des travaux : voir Tableau 2.2: Lecture du projet suivant les différentes phases et l'explication associée.
2. La difficulté pour créer un lien entre les ICP suivies à chaque niveau de l'organisation
3. La volonté de la part des parties prenantes de suivre le plus d'informations possible à tous les niveaux

Une nouvelle approche possible, tenant compte de ces observations, serait de construire les ICP depuis la direction du projet. L'information nécessaire au suivi du processus serait alors tirée depuis le terrain vers la direction, selon les besoins de celle-ci. Cette approche, complémentaire de l'introduction des Centres d'Information depuis la direction vers les équipes de terrain, doit permettre d'aligner l'organisation sur le maintien en contrôle des processus pour alimenter les ICP en amont dans le processus de gestion.

Il est important de placer une limite claire entre l'utilisation des ICP qui permettent de s'assurer, par l'intermédiaire d'un nombre d'indicateurs restreints, que les processus sont sous contrôle et la consultation d'un rapport d'information qui permet de comprendre les problèmes indiqués par les ICP. Il s'agit là de deux systèmes d'information complémentaires pour deux usages différents.

### 5.3.5 Introduction de la philosophie *Lean Construction* au-delà de la firme d'ingénierie

Le déploiement de Centres d'Information dans le cadre d'un projet de construction a montré les gains qu'ils peuvent apporter. Seuls le maître d'œuvre et la firme d'ingénierie ont été impliqués dans ce déploiement. Les résultats observés plaident pour un élargissement du cadre d'utilisation de cet outil. Un rapprochement vers le terrain et les activités d'exécution est totalement envisageable dans le cas d'une utilisation déjà mature de la part du maître d'œuvre et de son représentant.

Au vu de l'expérience AP60, le regroupement des entrepreneurs du chantier dans un forum de type Centre d' Information animé par une personne travaillant pour le maître d'œuvre ou son, représentant ne serait pas bénéfique.

Les comportements observés de la part de nombreuses parties prenantes de réticente à partager leur craintes ou problèmes devant un auditoire (voir ANNEXE K) seraient encore plus forts.

La solution à étudier et à mettre en place doit passer par une exemplarité du maître d'œuvre et de son représentant à utiliser l'outil Centre d'Information et à en tirer des gains. Ces pratiques apportent la possibilité d'aider les entrepreneurs à mettre en place des Centres d'Information pour leur propre compte.

Pour pouvoir être cohérente, l'implantation de Centre d'Information chez les entrepreneurs doit être accompagnée d'un moyen de remonter les craintes vers la firme d'ingénierie et une communication avec la gestion du projet.

Une possibilité pour organiser cette collaboration dans le cadre de l'utilisation de l'outil Centre d'Information pourrait consister à mettre en place une salle de gestion (war room). Cette salle de gestion regroupant différents outils de gestion de projet permettrait à la firme d'ingénierie de rencontrer les entrepreneurs (de manière individuelle) dans un cadre formel pour suivre leurs performances, craintes et prochains défis.

Les entrepreneurs ne constituent pas l'unique groupe d'acteur vers qui il serait possible de chercher des gisements d'amélioration. Les principaux fournisseurs d'un projet, notamment locaux sont aussi susceptibles d'être parties prenantes des initiatives d'amélioration continue.

### 5.3.6 Rendre systématiques les bonnes pratiques mises en évidence sur le Projet AP60

Plusieurs initiatives issues du *Lean Production* et du *Lean Construction* ont été explorées sur le projet AP60. On peut citer les réalisations suivantes qui ont montré des potentiels très intéressants :

- 4.3.5.1 - Amélioration des procédés
- 4.3.5.2 - Propreté bon ordre
- 4.3.5.3 - Résolution de problèmes
- 4.3.5.6 - Gestion visuelle

Dans le cas d'un nouveau déploiement du *Lean Construction* sur un projet de construction, une avenue de recherche possible consisterait à mettre en place les conditions d'un usage systématique de chacune de ces bonnes pratiques dans leur domaine d'utilisation.

- L'amélioration des procédés pourrait être généralisée dans le cas d'activités répétitives avec chacune des parties prenantes, depuis les fournisseurs principaux, jusqu'au maître d'œuvre.
- Propreté bon ordre est un réflexe à développer partout et doit évoluer vers une approche 5S.
- La résolution de problèmes par l'utilisation d'un processus formel permettant de remonter aux causes fondamentales des problèmes doit devenir un réflexe à tous les niveaux de l'organisation et sur tous les problèmes.
- La gestion visuelle doit devenir un moyen courant de faciliter les processus et activités du chantier.

Un autre élément présenté dans la revue de littérature, 1.3.7 - Cartographie de la chaîne de valeur, devrait être appliqué en début de projet aux processus majeurs. De cette façon, il serait possible d'optimiser ces processus très en amont, avant leur montée en activité, et de découvrir au plus tôt les gaspillages qu'ils seraient susceptibles de générer.



Les concepts de *Lean Production* et *Lean Construction* ont un aspect holistique très fort. Chacun des éléments présentés dans ce chapitre ne peuvent être perçus comme étant l'élément fondamental. C'est l'utilisation de l'ensemble de ces éléments dans le but d'aller vers une nouvelle culture de travail qui permet à l'organisation de générer les gains les plus importants.

## CONCLUSION

L'objectif général de la recherche consiste à démontrer la possibilité d'intégrer la philosophie *Lean Construction* dans le cadre d'un projet industriel majeur. Cette recherche s'appuie principalement sur le concept de *Lean* et le concept de *Lean Construction* développé par la littérature scientifique et sur l'expérience acquise par l'entreprise RTA en *Lean* dans ses propres installations. Pour atteindre cet objectif, une méthodologie de recherche-intervention a été mise en place. Celle-ci a permis au chercheur de prendre contact avec le terrain et d'entreprendre le déploiement de la philosophie *Lean Construction* sur le chantier d'un projet de construction de grande envergure.

Cette étude a permis de mettre en évidence, en accord avec la littérature scientifique actuellement disponible, les apports possibles de la culture *Lean* pour un chantier de construction. Mais elle a surtout aidé à la compréhension des mécanismes en action dans le cadre de l'introduction de cette nouvelle culture pour le secteur de la construction. Ces mécanismes ont mis en évidence les attentes et les craintes générées par le changement apporté à l'organisation. Ces éléments sont naturels dans le cadre d'un changement et leur analyse doit permettre dans de prochains déploiements de cibler la gestion du changement à mettre en place.

Pour intégrer la culture *Lean* à un projet de construction il est nécessaire d'appréhender ce changement suivant une approche systémique et de prévoir ainsi les adaptations nécessaires de la part de l'organisation. Cette approche permettra d'intégrer le nouveau mode de fonctionnement à l'organisation sans ajouter celui-ci comme une nouvelle couche de gestion.

Ce projet de recherche est un des premiers à présenter un cas d'utilisation du *Lean Construction* au Québec et un des premiers dans le monde à aborder cette problématique de recherche avec une méthodologie de recherche-intervention. Cette étude, utilisant une approche inductive, ouvre la porte à une nouvelle étude choisissant une approche hypothético-déductive en s'appuyant sur les résultats présentés dans ce mémoire.

## BIBLIOGRAPHIE

- AP Technology. (2012). AP60: une technologie de pointe qui utilise le procédé d'électrolyse classique. Retrieved 05/11/2012, from <http://projetap60.com/fr/13/Technologie-AP/>
- Argyris, C., Putnam, R., & McLain Smith, D. (1985). *Action Science. Methods, and Skills for Research and Intervention*: San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- Arleroth, J., & Kristensson, H. (2011). *Waste in Lean Construction. (Master of Science )*, Chalmers University of Technology Retrieved from [http://leanforum.se/x\\_jobb/2011/2\\_masters\\_thesis\\_arleroth\\_kristensson\\_2011.pdf](http://leanforum.se/x_jobb/2011/2_masters_thesis_arleroth_kristensson_2011.pdf)
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International journal of project management*, 17(6), 337-342.
- Ballard, G., Harper, N., & Zabelle, T. (2003). Learning to see work flow: an application of lean concepts to precast concrete fabrication. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(1), 6-14.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). Shielding production: essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and management*, 124(1), 11-17.
- Ballard, G., & Howell, G. (2003a). *Competing construction management paradigms*. Paper presented at the Proceedings of the Construction Research Conference, American Society of Civil Engineers, Honolulu (HI) 2003.
- Ballard, G., & Howell, G. (2003b). Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2), 119-133.
- Barnard, C. I. (1968). *The functions of the executive* (Vol. 11): Harvard University Press.
- Beaulieu-Paré, N. (2011). *Une méthode pour l'implantation et le maintien du Lean dans les entreprises manufacturières québécoises*. (Maîtrise en génie), École de Technologie Supérieure - Université du Québec, Montréal.
- Beer, M. (2001). Why Management Research Findings Are Unimplementable: An Action Science Perspective. *Reflections: The SoL Journal*, 2(3), 58-65.
- Buchanan, D., Boddy, D., & McCalman, J. (1988). Getting in, getting on, getting out and getting back. *Doing Research in Organizations*, London: Routledge, 53-67.
- Buono, A. F., & Savall, H. (2007). *Socio-economic interventions in organizations: the intervener-researcher and the SEAM approach to organizational analysis*: Information Age Pub Inc.

- Cappelletti, L. (2010). *La Recherche-Intervention: Quels Usages En Controle De Gestion? :* Institut de Socio-économie des Entreprises et des ORganisations (ISEOR)Institut d'Administration des Entreprises (IAE) - Lyon – Université Jean Moulin - Lyon III.
- Chan, A. P. C. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11(2), 203-221.
- Collin, J. (2002). Measuring the success of building projects-improved project delivery initiatives. *Report for the Queensland Department of Public Works, Australia*.
- Drucker, P. F. (1971). *What we can learn from Japanese management*. Harvard University. Graduate School of Business Administration.
- Dubois, A., & Gadde, L. E. (2002). The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation. *Construction Management & Economics*, 20(7), 621-631.
- Epstein, M., & Manzoni, J. F. (1998). Implementing corporate strategy: from tableaux de bord to balanced scorecards. *European Management Journal*, 16(2), 190-203.
- Eriksson, P. E. (2008). Procurement effects on coopetition in client-contractor relationships. *Journal of construction Engineering and Management*, 134, 103.
- Eriksson, P. E. (2010). Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(5), 394-403.
- Fernandez, A. (2003). *Les nouveaux tableaux de bord des managers* (E.-E. D'Organisation Ed. 5 ed.). Paris.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2009). *Modern construction: lean project delivery and integrated practices* (L. Taylor & Francis Group Ed.): CRC Press.
- Freeman, M., & Beale, P. (1992). Measuring project success. *Project Management Journal*, 23(1), 8-17.
- Girin, J. (1986). *L'objectivation des données subjectives. Eléments pour une théorie du dispositif dans la recherche interactive*. Paper presented at the Actes du colloque Qualité des informations scientifiques en gestion, 18-19 novembre 1986.
- Green, S. D. (1999a). *The dark side of lean construction: exploitation and ideology*. Paper presented at the In Proceedings of IGLC 7th Annual Conference Berkeley, CA.
- Green, S. D. (1999b). The missing arguments of lean construction. *Construction Management & Economics*, 17(2), 133-137.
- Green, S. D. (2000). *The future of lean construction: a brave new world*. Paper presented at the Proceedings of the 8th IGLC conference, Julio, Brighton

- Green, S. D. (2002). The human resource management implications of lean construction: critical perspectives and conceptual chasms. *Journal of Construction Research*, 3(1), 147-165.
- Green, S. D., & May, S. C. (2005). Lean construction: arenas of enactment, models of diffusion and the meaning of 'leanness'. *Building Research & Information*, 33(6), 498-511.
- Gupta, P. (2004). *The Six Sigma performance handbook: a statistical guide to optimizing results*. New York: McGraw-Hill Professional.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International journal of operations & production management*, 17(1), 46-64.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.
- Howell, I., & Batcheler, B. (2005). Building information modeling two years later—huge potential, some success and several limitations. *The Laiserin Letter*, 22.
- Humeau, B. (Writer). (2008). Présentation de la philosophie Lean par Bertrand Humeau. In Rio Tinto Alcan (Producer).
- Jönsson, S. (2010). Interventionism—an approach for the future? *Qualitative Research in Accounting & Management*, 7(1), 124-134.
- Jönsson, S., & Lukka, K. (2005). Doing interventionist research in management accounting: Göteborg University, Gothenburg Research Institute GRI.
- Jørgensen, B., & Emmitt, S. (2008). Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15(4), 383-398.
- Jørgensen, B., & Emmitt, S. (2009). Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 9(2), 225-240.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard—measures that drive performance. *Harvard business review*, 70(1), 71-79.
- Katayama, H., & Bennett, D. (1996). Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 8-23.
- Kim, M. K. (1996). Relationship between project interaction and performance indicators. *Journal of construction engineering and management*, 122, 165.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*: Stanford university Stanford, California.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.

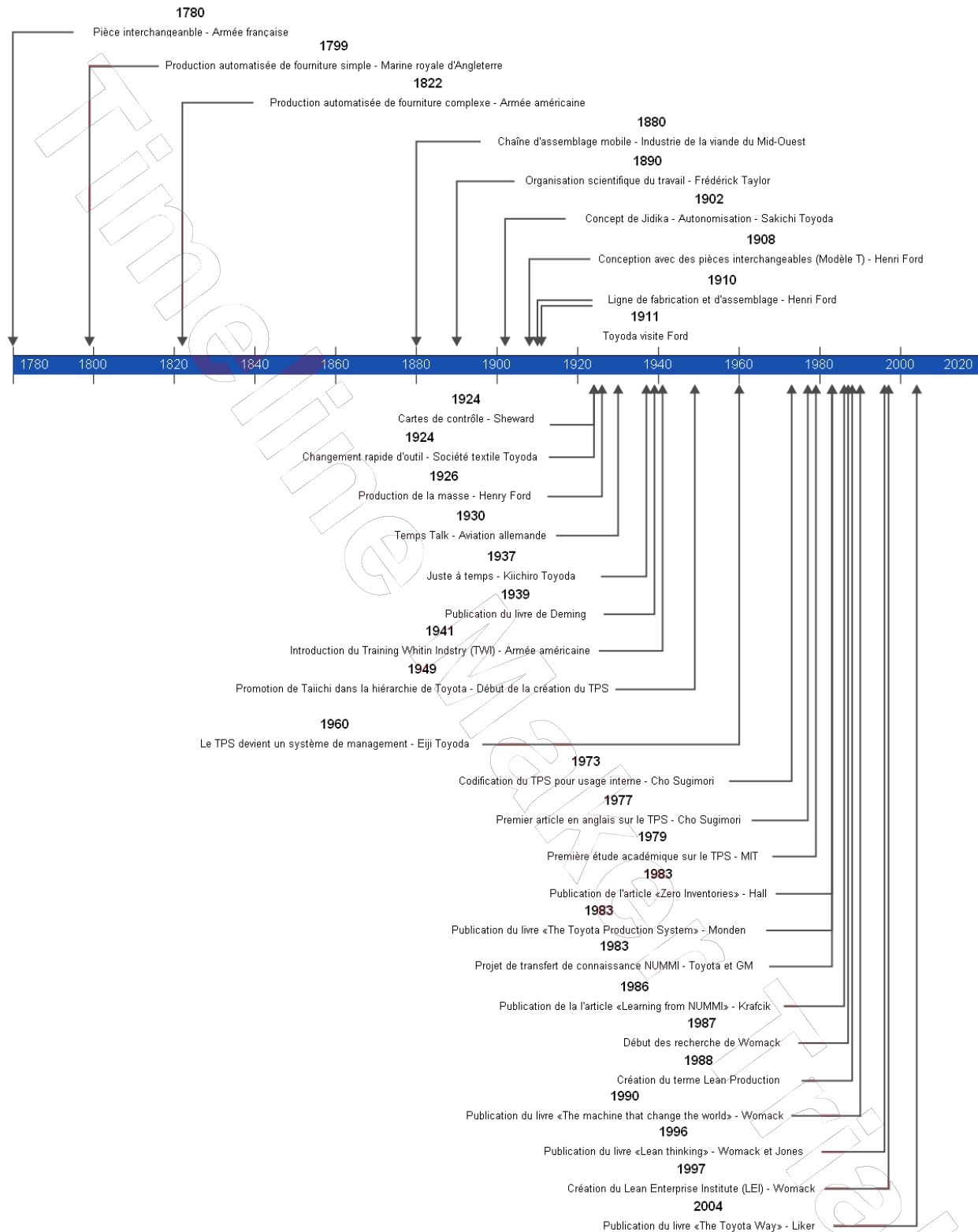
- Koskela, L., & Howell, G. (2002). *The theory of project management: Explanation to novel methods*. Paper presented at the 10<sup>th</sup> Conf. of Int. Group for Lean Construction by C. Formoso and G. Ballard (eds.) Porto Alegre, Brazil
- KPI Working Group. (2000). KPI Report for the Minister for Construction. *Department of the Environment, Transport and the Regions. UK*.
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52.
- Kübler-Ross, E. (1989). *Les derniers instants de la vie: Labor et fides*.
- Lean Enterprise Institute. (2012). Lean action plan. Retrieved 12/11/2012, from <http://www.lean.org/WhatsLean/GettingStarted.cfm>
- Lee, T. W. (1999). *Using qualitative methods in organizational research*: Sage Publications, Inc.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of social issues*, 2(4), 34-46.
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*: McGraw-Hill New York.
- Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook : A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hil.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*: McGraw-Hill New York.
- Lim, C., & Mohamed, M. Z. (1999). Criteria of project success: an exploratory re-examination. *International Journal of Project Management*, 17(4), 243-248.
- LMR Consultant. (2008). *Présentation : Lean Leadership (documentation interne)*.
- Lukka, K. (2005). Approaches to case research in management accounting: the nature of empirical intervention and theory linkage. 2005). *Accounting in Scandinavia—The Northern Lights. Liber and Copenhagen Business School Press, Kristianstad*, 375-399.
- Maloney, W. F. (2002). Construction product/service and customer satisfaction. *Journal of construction engineering and management*, 128(6), 522-529.
- Merle, A. (2011). *Rapport de stage Inplantation Lean - IND6917*. (Maîtrise en Génie), École Polytechnique de Montréal, Montréal.
- Modig, N. (2004). The impact of project characteristics on temporary logistics solutions. *Report/Department of logistics and transportation, Chalmers University of Technology*(59).
- Monden, Y. (1998). *The Toyota Production System: An integrated approach to Just-in-time*. Norcross, Eng: management press.

- Munns, A., & Bjeirmi, B. F. (1996). The role of project management in achieving project success. *International Journal of Project Management*, 14(2), 81-87.
- Navarre, C., & Schaan, J. L. (1988). Design of project management systems from top management's perspective. *Project Management Journal*, 21(2), 19-27.
- Parfitt, M., & Sanvido, V. (1993). Checklist of critical success factors for building projects. *Journal of Management in Engineering*, 9(3), 243-249.
- Pellerin, R. (2012). Présentation : Qu'est ce que le «Lean Construction» ? École Polytechnique de Montréal: Chaire de recherche Jarislowsky/SNC-Lavalin.
- Plane, J. M., & Pérez, R. (2000). *Méthodes de recherche intervention en management*: L'harmattan.
- Rio Tinto Alcan. (2010). Présentation : Introduction aux outils IPT Lean. Documentation interne.
- Rio Tinto Alcan. (2012). Rio Tinto Alcan au Québec et au Canada - Guide de presse 2012-2013. Canada.
- Rodolphe, S. (2010). Un temple pour décrire le Lean. Retrieved from Lean Digestion website: <http://fr.slideshare.net/LeanDigestion/un-temple-pour-dcrire-le-lean>
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda* (1.1 ed.). Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Minkarah, I. (2006). Lean construction: From theory to implementation. *Journal of management in engineering*, 22, 168.
- Saulou, J. Y. (1982). *Le tableau de bord du décideur: méthodologie de mise en place*: Les Edit. d'Organisation.
- Schein, E. H. (1984). Coming to a New Awareness of Organizational Culture–The Magazine-MIT Sloan Management Review. *Sloan management review*, 25(2), 2-15.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*: New York: Basic Books.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (1997). Mapping the dimensions of project success. *Project Management Journal*, 28(2), 5-13.
- Stewart, R. A., & Spencer, C. A. (2006). Six-sigma as a strategy for process improvement on construction projects: a case study. *Construction Management and Economics*, 24(4), 339-348.
- Van de Ven, A., & Johnson, P. E. (2006). Knowledge for theory and practice. *The Academy of Management Review ARCHIVE*, 31(4), 802-821.

- Vernède, S., & Boisson Zyskind, N. (2012). Lean management : que faire quand il arrive dans l'entreprise ? *Cadres-CFTC*, 2.
- Voyer, P. (1999). *Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance*: Presses de l'Université du Québec.
- Wang, J. X. (2010). *Lean manufacturing: business bottom-line based*: CRC.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations* (Vol. 3). Beverly Hills: Sage Books.
- Winch, G. (1987). The construction firm and the construction process: the allocation of resources to the construction project. *Managing construction worldwide*, 2.
- Winch, G. M. (2006). Towards a theory of construction as production by projects. *Building Research & Information*, 34(2), 154-163.
- Womack, J., Jones, D., & Ross, D. (1990). The machine that changed the world: the lean production story. *Nueva York: Rawson McMillan*.
- Wuellner, W. W. (1990). Project performance evaluation checklist for consulting engineers. *Journal of Management in Engineering*, 6(3), 270-281.



## ANNEXE A. Histoire et origine du Lean



Source : Beaulieu-Paré (2011) et Holweg (2007)

## ANNEXE B. Application des 5 principes guide

5 Principes Outils	Challenge	Aller voir	Amélioration Continue	Respecter l'individu	Travail d'équipe
<b>Centre d'Information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Challenger le niveau des ICP</li> <li>- Challenger les processus et résultats des rencontres</li> <li>- Challenger la robustesse des solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investiguer les problèmes récurrents</li> <li>- Examiner les ICP régulièrement</li> <li>- Examiner les améliorations des derniers kaizens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capturer et suivre les idées</li> <li>- Intégrer les idées aux standards</li> <li>- Promouvoir la culture kaizen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'assurer que chacun remonte les problèmes et craintes</li> <li>- Encourager chacun à participer aux rencontres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résoudre les craintes et problèmes en petite équipe</li> </ul>
<b>Travaux standards</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter les standards au takt time</li> <li>- Challenger le respect des standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendre disponible les standards de travail</li> <li>- Assurer le reflet du processus dans les standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre à jour régulièrement des travaux standards</li> <li>- Intégrer les problématiques SSE dans les travaux standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supporter les opérateurs dans la rédaction des standards de travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supporter l'apparition de nouvelles idées dans les travaux standards</li> <li>- Assurer la polyvalence des membres de l'équipe</li> </ul>
<b>Cartographie de la chaîne de valeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tester les données avant de construire le nouveau processus</li> <li>- Challenger les compromis</li> <li>- Lier la cartographie à l'échéancier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construire le processus directement depuis le terrain</li> <li>- Tester le processus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assurer la visibilité de la cartographie sur le CI</li> <li>- Adapter les ICP à la cartographie</li> <li>- Observer l'impact sur le Centre d'Information</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impliquer les individus dans le processus de cartographie</li> <li>- Inclure toutes les bonnes idées dans la cartographie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprendre aux membres de l'équipe les méthodes de résolution de problèmes</li> <li>- S'assurer de la compréhension de toute l'équipe</li> </ul>
<b>Résolution de problème</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir clairement le problème</li> <li>- Respecter les 9 étapes</li> <li>- Trouver les causes fondamentales</li> <li>- S'assurer de l'impact des contres mesures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser l'enquête directement sur le terrain</li> <li>- Confirmer les 9 étapes sur le terrain</li> <li>- Aller voir soi-même</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voir les problèmes comme une opportunité d'amélioration</li> <li>- Montrer le lien entre ICP et résolution de problème</li> <li>- Assurer la résolution complète du problème</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impliquer les membres de l'équipe dans les 9 étapes</li> <li>- S'assurer de la participation de chacun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprendre aux membres de l'équipe les méthodes de résolution de problèmes</li> </ul>

## ANNEXE C. Définition du stage (été 2011) au projet ap60

RioTinto


Formulaire de demande de stagiaire

Stagiaire universitaire	<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre demandé: 1
Stagiaire cégep	<input type="checkbox"/>	
Poste pour gradué	<input checked="" type="checkbox"/>	
Groupe d'affaire : AP60 Phase 1		Lieu du stage (adresse complète) : Jonquière
Titre du stage : Implantation LEAN		
Date de début du stage : May 2011		Durée du stage : 4 mois

Disciplines	Cycle desire:	Niveau d'études
1 <sup>er</sup> choix	<input type="checkbox"/> Bachelier	<input type="checkbox"/> 1 <sup>re</sup> année
2 <sup>e</sup> choix	<input checked="" type="checkbox"/> Maîtrise	<input type="checkbox"/> 2 <sup>e</sup> ou 3 <sup>e</sup> année
3 <sup>e</sup> choix	<input type="checkbox"/> Doctorat	<input type="checkbox"/> dernière année
		<input checked="" type="checkbox"/> gradué

Nom du superviseur de stage:	Earle Chin			
<b>Cadre de travail (description des facteurs reliés à l'environnement technique, matériel, organisationnel et social) :</b> Le candidat est membre de l'équipe du représentant du propriétaire et doit travailler en étroite collaboration avec l'équipe de IAGC (SNC-Lavalin/Hatch). Le poste comporte des déplacements fréquents au site de construction au Saguenay.				
<b>Responsabilités principales (description des responsabilités, des projets ou des tâches spécifiques, par ordre de priorité) :</b> Le stage consiste à implanter la technique LEAN en construction pour le projet AP60 Phase 1. Responsable de développer et recommander les meilleures façons de faire. Une fois les méthodes approuvées en faire l'implantation avec les différents intervenants.				
<b>Expérience requise :</b> Gestion de projet et capacité de travailler dans le milieu de la construction au Québec Formation en génie, Expérience en gestion de projets et en coordination/gestion de projet avec des intervenants multiples, incluant des partenaires externes Capacité d'influencer les partenaires				
<b>Compétences requises pour ce poste :</b> Approche systématique et structurée Ouverture à travailler avec des travailleurs de la construction et les entrepreneurs Créatif et orienté vers l'action et les résultats				
Exigences linguistiques :	Français		Anglais	
	Parlé	Écrit	Parlé	Écrit
Théorique	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pratique	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Excellent	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Demandé par : M. Charron	Titre: Directeur de projet			
Administrateur de salaire : P. Ficara	Titre: Directeur I & C			
Approuvé par :	Titre:			
# de compte relié (frais d'embauche) :				

## ANNEXE D. Définition de la mission sur le projet ap60



**Analyse de l'implantation d'outils de Lean  
au chantier AP60 – Phase 1**

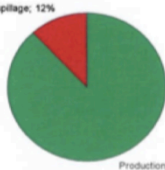
---

### Contexte

**Comparativement au secteur Industriel, le secteur de la Construction présente d'importants gisements de réduction des gaspillages.**


L'amélioration continue et la philosophie Lean apparaissent des **réponses possibles** pour venir chercher des **performances supplémentaires** pour le Projet AP60 et Rio Tinto Alcan.

Industrie



Production: 88%  
Gaspillage: 12%

Construction



Production: 47%  
Gaspillage: 53%

---

### Objectifs

**Développer et mettre en place un Centre d'Information interface entre Construction et VPO.**

Développer l'expertise de RTA dans l'utilisation de l'outil Centre d'Information dans le cadre d'un projet EPCM et des intervenants de plusieurs entreprises différentes.

**Permettre à RTA de reproduire cette implantation à l'intérieur du projet AP60 ou d'autres projets.**

Sensibiliser les parties prenantes de l'implantation à l'importance portée par RTA à la philosophie Lean.

---

### Philosophie

Implantation Lean **sans transformation** des structures l'organisationnel du projet.


L'implantation s'appuiera sur une importante **gestion du changement** qui permettra aux destinataires de ce changement d'en devenir les acteurs suivant l'idée :

**"Ce n'est pas l'organisation qui change mais les personnes qui la composent"** Céline Bareil

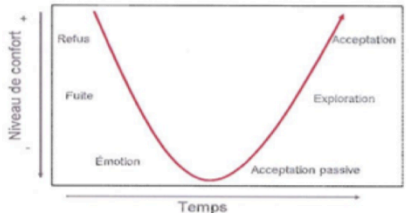
L'équipe Construction/VPO (RTA/EPCM) sera **bâtitteur et propriétaire** des changements et du **Centre d'Information qu'elle aura construit**.

Utilisation du rapport de visite du projet Yarwun 2.





L'implantation du centre d'information amènera les participants à devenir des ambassadeurs des pratiques Lean sur le projet.



Courbe du changement



**Construction**

Approbations											
MC	PF	MB	AM								
											

2011-12-08

**Plan d'action****Calendrier**

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>Activités de Recherche</b>	Revue de littérature											
		Rédaction originalité du mémoire										
		Définition des moyens de mesures										
		Recueil des données										
										Rédaction finale		Soutenance
<b>Suivi d'avancement</b>	Comité de Pilotage de la Maitrise Recherche aux 6 semaines											
	Lieu :	Jonquière	Montréal	Jonquière	Montréal	Jonquière	Montréal	Jonquière	Montréal	Jonquière		
<b>Implantation du Centre d'information Construction/VPO</b>	Définition des objectifs et plan d'action											
		Travail de création										
		1ère utilisation										
												Suivi d'implantation, maintien et préservation

Revue aux 6 semaines de l'avancement du projet de recherche.  
Les rencontres auront lieu alternativement à Jonquière et Montréal.

La méthodologie d'implantation est : **Former, Tester et Implanter**

**Résultats escomptés :****Implantation réussi du centre d'information Construction/VPO :**

Utilisation du test de Leadership de maintien RTA de centre d'information comme base d'évaluation

Apporter une compréhension des mécanismes de **gestions du changement sur chantier** de construction sous contrat EPCM.

Réaliser une **documentation de l'implantation du centre d'information sur projet de construction** pour rendre celle-ci reproductible.



## ANNEXE E. Présentation de la stratégie *lean*

**RioTinto Alcan**

### Stratégie Lean Construc

#### Contexte

La Direction RTA du Projet AP60 a fait le choix de l'outil Lean en dédiant une équipe à cette question et en tenant compte des spécificités du secteur de la construction:

- Organisation multiple et temporaire et en perpétuelle évolution
- Une réalisation unique
- Grande complexité de réalisation

**Été 2011** : Première approche avec les principaux entrepreneurs au chantier

**Janvier 2012** : La stratégie est recentrée sur le maître d'œuvre SLH.

La phase de construction est très avancée. Il est décidé de s'impliquer dans la transition Construction-VPO et les activités VPO. L'initiative commence 5 mois avant le début des VPO.

Ces démarches sont conduites sous le leadership de RTA. L'animation et la mise en place reviennent à SLH.

#### Objectifs

Mettre en place un flux tiré pour déclencher les transferts de livrables entre les différentes phases du projet. Observer l'évolution de ce flux tiré dans les Centres d'Information.

Les Centres d'Information permettront de :

- Faire voir le processus et les alignements à effectuer
- Générer des actions
- Développer un contexte de communication (dans l'équipe et à travers la hiérarchie)
- Accompagner et formaliser la résolution de problèmes



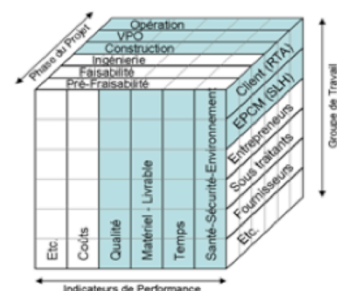
Permettre à RTA de reproduire l'implantation d'outil Lean Construction et de promouvoir la philosophie.

#### Philosophie d'implantation

- Prise en compte forte du contexte et des spécificités du Projet AP60
- Suivi de la philosophie Lean
- Respect des standards RTA
- 1 personne ressource (intégrée à l'équipe Construction) dédiée à plein temps, supportée par 1 coach Lean RTA
- Regroupement des personnels de SLH et RTA
- Centre d'Information dynamique pour accompagner les phases de transition et d'activité du projet
- Forte implication des équipes du maître d'œuvre
- Pas de transformation dans les structures organisationnelles du projet

Les activités d'amélioration des procédés servent à chercher l'expérience des entrepreneurs.

Ces d'activités se font à l'initiative de SLH et RTA et les décisions prises (modification de procédé et procédure) sont suivies dans leur exécution.

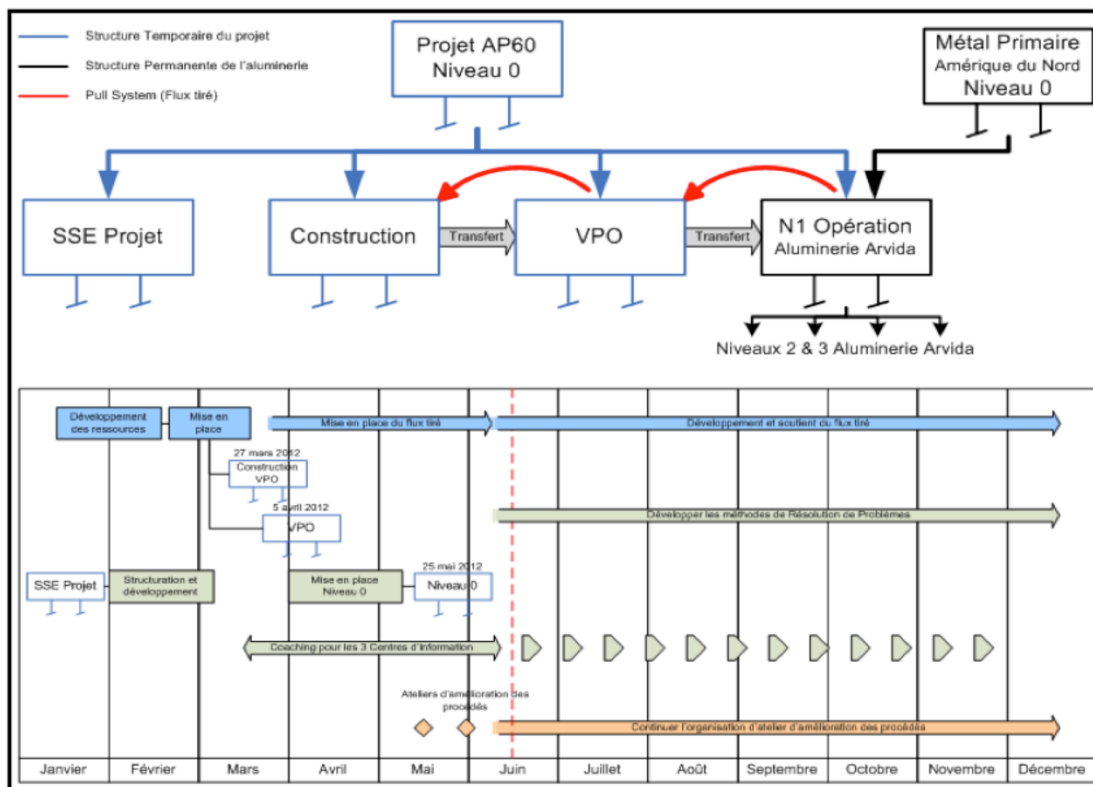


Différentes dimensions du projet susceptibles d'être concernées dans l'implantation de Centres d'Information. En vert, les éléments effectivement impliqués dans la démarche.

### Approbations

## ction au Projet AP60

### Plan d'action



### Apprentissages :

#### Défis :

- Stratégie de déploiement adaptée à l'environnement (type de projet, mode de fonctionnement, partie prenantes)
- Déploiement irréalisable sans le concours de la firme d'ingénierie
- Ne peut être forcé, nécessite un engagement de la part des joueurs
- L'initiative doit venir du client (RTA) et doit être portée par l'exemplarité

#### Changements observés :

- Mise en place effective d'un flux tiré visible et exploité au travers des Centres d'Information
- Le Centre d'Information a fait voir les éléments à aligner
- Leadership par l'exemplarité dans les rapports inter-équipes et utilisation des nouveaux outils
- Nouveau rapport de travail entre les équipes (moins de travail en silo)
- Résolution de problèmes formalisée et en équipe

#### Prochaines étapes :

- Diffuser et former les différents acteurs aux méthodes de résolution de problèmes
- Continuer le coaching sur les équipes utilisant des Centres d'information
- Développer les ateliers d'amélioration des procédés et suivre la mise en place des nouvelles pratiques
- Documenter le déploiement Lean au Chantier AP60

## ANNEXE F. Évolution des performances SSE dans les constructions des nouvelles installations RTA au Saguenay-Lac Saint Jean

Diapositive tirée d'une formation d'accueil au chantier AP60.

Le nombre de blessures est exprimé en fréquence pour 200 000 heures travaillées.



Dans le cas du chantier AP60, cette fréquence s'établit à l'heure d'écriture de ce mémoire à :

**0,4 blessure pour 200 000 heures travaillées**



## ANNEXE G. Questionnaire de recueil d'impressions

### Questionnaire d'Enquête

Toutes les données seront recueillies et traitées de façon **strictement anonyme et confidentielle**. Celles-ci serviront à une analyse globale du déploiement des Centres d'information au Projet AP60.

#### Concept

- Que représente le concept de Lean pour vous?

---



---



---

#### Objectifs

Évaluez les énoncés suivant en <b>cochant</b> la réponse la plus appropriée, selon vous. Vous avez la possibilité d'ajouter un commentaire libre.	N/A	Je suis fortement en DÉSACCORD	Je suis moyennement en ACCORD			Je suis fortement en ACCORD
		1	2	3	4	5
Les Objectifs de mise en place d'un centre d'information étaient clairs et cohérents. <b>Observation :</b>						

#### Attentes : Quels étaient vos attentes initiales pour le centre d'information?

Évaluez vos attentes en <b>cochant</b> la réponse la plus appropriée, selon vous. Certaines réponses sont proposées, vous avez la possibilité d'en ajouter.	N/A	Était FAIBLEMENT une ATTENTE	Était MOYENNEMENT une ATTENTE			Était FORTEMENT une ATTENTE
		1	2	3	4	5
Créer de la communication entre les groupes (cas du Centre d' Info Construction-VPO)						
Améliorer la communication						
Aligner les objectifs et méthodes de suivi						
Mise en lumière des éléments critiques						
Partage de l'information						
Identification des problèmes, irritants et menaces						
Rencontres de courte durée						
Processus formel de suivi des indicateurs choisis						
Accompagner la résolution de problèmes						

- Ont-elles été atteintes?

---



---



---

**Crainte** : Quels étaient vos **craintes initiales** pour le centre d'information?

Évaluez vos craintes en <b>cochant</b> la réponse la plus appropriée, selon vous. Certaines réponses sont proposées, vous avez la possibilité d'en ajouter.	N/A	Était FAIBLEMENT une CRAINTE	Était MOYENNEMENT une CRAINTE				Était FORTEMENT une CRAINTE
		1	2	3	4	5	
Création d'un outil servant uniquement à présenter l'information							
Charge de travail supplémentaire pour la préparation du Centre d'information							
Charge de travail supplémentaire pour la l'utilisation du Centre d'information							
Temps nécessaire à la mise en place du Centre d'information							
Difficulté de recueille de l'information							
Système et procédure lourds et rigides							
Déclenchement de prise d'action inapproprié							
Partage des craintes et problème devant l'équipe							
Emplacement physique du Centre d'Information							
Un Centre d'Information par fonction plus que par secteur							

- Se sont-elles réalisées?

**Motivation** : Quelles étaient les **forces freinantes** ou **facilitantes** observés lors de la mise en place du centre d'information?

Évaluez les forces freinantes et facilitantes en <b>cochant</b> la réponse la plus appropriée, selon vous. Certaines réponses sont proposées, vous avez la possibilité d'en ajouter.	N/A	FORTEMENT FREINANTE	MODÉREMANT Freinante ou Facilitante				FORTEMENT FACILITANTE
		1	2	3	4	5	
Implication et leadership de la direction RTA du Projet							
Implication et leadership de la direction SLH du Projet							
Présence d'une ressource support dédiée sur site							
Utilisation d'un nouvel outil issu du secteur manufacturier							
Utilisation des standards de présentation RTA							
Réunion de deux équipes distinctes							
Préparation du centre avant le début des transferts Construction-VPO (cas du Centre d' Info Construction-VPO et VPO)							
Animation de la rencontre par un personnel SLH (cas du Centre d' Info Construction-VPO et VPO)							
Votre implication dans la préparation							
Possibilité de choisir les indicateurs à suivre							
Qualité de l'animation des rencontres							
L'intérêt de l'équipe pour l'outil Centre d'Information							

**Résultat :**

- Quels impacts, l'introduction du centre d'Information, a amené sur votre travail?

---

---

---

- Quel support avez-vous reçu pour «faire vivre» le Centre d'Information?

---

---

---

- Quels changements avez-vous observé au niveau de l'équipe?

---

---

---

- Comment jugez-vous le déploiement du centre d'information, à l'heure actuelle, par rapport à vos attentes et craintes initiales?

---

---

---

**Méthode :**

Évaluez les énoncés suivant en <u>cochant</u> la réponse la plus appropriée, selon vous.	N/A	Je suis fortement en DÉSACCORD	Je suis moyennement en ACCORD				Je suis fortement en ACCORD
		1	2	3	4	5	
La procédure pour déployer le Centre d'Information était clairement présentée et expliquée.							
Le temps pris pour préparer le Centre d'Information était approprié							
La charge de travail nécessaire à la préparation du Centre d'Information était appropriée							
La personne impliquée dans la préparation du Centre d'information était les bonnes							
La période d'implantation du Centre d'information était la bonne							
Lors de la 1 <sup>ère</sup> rencontre du Centre d'Information, l'équipe était bien préparée.							
Pour l'utilisation courante du Centre d'Information, l'équipe était bien préparée.							
La formation reçue pour utiliser le Centre d'Information est suffisante.							
Le support reçu pour utiliser le Centre d'Information est suffisant.							

- Observation sur la méthode de mise en place

---

---

---

## ANNEXE H. Résultat du test de wilcoxon

### Wilcoxon test

Attentes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	ATTENTE1	ATTENTE2	ATTENTE3	ATTENTE4	ATTENTE5	ATTENTE6	ATTENTE7	ATTENTE8
ATTENTE1	3,750	0,968								
ATTENTE2	4,233	0,803	0,0037							
ATTENTE3	3,967	1,016	0,1215	0,1965						
ATTENTE4	4,233	0,844	0,0027	0,9665	0,1346					
ATTENTE5	4,233	0,803	0,0025	1,0000	0,1756	0,9706				
ATTENTE6	4,200	0,792	0,0104	0,8296	0,2683	0,8028	0,8158			
ATTENTE7	3,833	0,934	0,3024	0,0717	0,5122	0,0820	0,0339	0,0580		
ATTENTE8	3,617	0,928	0,4729	0,0037	0,0801	0,0046	0,0025	0,0010	0,2630	
ATTENTE9	3,600	1,020	0,7801	0,0017	0,0345	0,0068	0,0035	0,0056	0,2448	0,9577

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

Groupe d'items pour lesquels il y a le plus d'attente  
Seuil p < 0,10

Craintes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	CRAINTE1	CRAINTE2	CRAINTE3	CRAINTE4	CRAINTE5	CRAINTE6	CRAINTE7	CRAINTE8	CRAINTE9
CRAINTE1	2,448	1,325									
CRAINTE2	2,600	1,354	0,5438								
CRAINTE3	2,533	1,252	0,7738	0,5575							
CRAINTE4	2,500	1,358	0,7504	0,6785	1,0000						
CRAINTE5	2,600	1,329	0,6097	0,8642	0,8455	0,5781					
CRAINTE6	2,400	1,163	0,8327	0,5136	0,5589	0,9092	0,4272				
CRAINTE7	2,517	1,184	0,6775	0,8745	0,9640	0,8474	0,7432	0,7186			
CRAINTE8	2,207	1,146	0,4810	0,2469	0,3074	0,3459	0,2120	0,6354	0,2139		
CRAINTE9	1,690	1,168	0,0165	0,0068	0,0067	0,0069	0,0079	0,0197	0,0024	0,0421	
CRAINTE10	1,966	1,149	0,0625	0,0564	0,0776	0,0641	0,0167	0,1769	0,0374	0,3732	0,1669

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

Groupe d'items étant le plus faiblement des craintes  
Seuil p < 0,10

Forces:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	FORCE1	FORCE2	FORCE3	FORCE4	FORCE5	FORCE6	FORCE7	FORCE8	FORCE9	FORCE10
FORCE1	4,379	0,820										
FORCE2	4,033	1,098	0,0792									
FORCE3	4,267	0,785	0,4898	0,3617								
FORCE4	3,250	1,076	0,0004	0,0014	0,0008							
FORCE5	3,667	0,877	0,0009	0,0596	0,0081	0,0231						
FORCE6	3,867	0,915	0,0004	0,1497	0,0017	0,0123	0,2771					
FORCE7	4,167	0,857	0,2071	0,4947	0,7351	0,0002	0,0024	0,0062				
FORCE8	4,053	0,705	0,1166	0,8808	0,2452	0,0009	0,0187	0,0450	0,0762			
FORCE9	3,577	0,809	0,0004	0,0609	0,0005	0,2836	0,4676	0,1793	0,0010	0,0013		
FORCE10	3,833	0,866	0,0097	0,1059	0,0261	0,0093	0,2714	0,8706	0,0123	0,0604	0,1465	
FORCE11	4,000	0,845	0,0670	0,8419	0,2104	0,0036	0,0423	0,1398	0,0391	0,2216	0,0443	0,2037
FORCE12	4,000	1,069	0,1433	0,8199	0,2502	0,0028	0,0424	0,3516	0,2603	0,3942	0,0971	0,2011

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

Groupe d'items étant le moins facilitants  
Seuil p < 0,10

Méthodes:	TOUS N <sub>total</sub> =30		p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail	p_value Two-tail
	Moyenne	Écart Type	METHODE1	METHODE2	METHODE3	METHODE4	METHODE5	METHODE6	METHODE7	METHODE8
METHODE1	3,500	1,103								
METHODE2	3,692	0,970	0,0787							
METHODE3	3,615	0,983	0,3579	0,2594						
METHODE4	4,000	1,018	0,0165	0,0505	0,0154					
METHODE5	3,960	0,889	0,0074	0,1377	0,0780	0,5957				
METHODE6	2,545	1,101	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
METHODE7	3,481	0,893	0,6894	0,2445	0,3222	0,0027	0,0242	0,0004		
METHODE8	3,259	1,130	0,2195	0,1459	0,1179	0,0037	0,0009	0,0016	0,2829	
METHODE9	3,741	1,023	0,1944	0,6808	0,4258	0,1530	0,1747	0,0001	0,1148	0,0142

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

Groupe d'items pour lequel les répons sont le moins en accord  
Seuil p < 0,10

# ANNEXE I. Résultat du test de Kruskal-Wallis et Mann-Whitney

Objectifs:	SOUS-GROUPES								TAUX DE SIGNIFICATION			
	TOUS		GROUPE 1		GROUPE 2		GROUPE 3		K-W	M-W	M-W	M-W
	N <sub>total</sub> =30		N <sub>1</sub> =8		N <sub>2</sub> =9		N <sub>3</sub> =13		p_value	p_value	p_value	p_value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
OBJECTIF1	4,138	0,743	3,750	0,707	4,375	0,744	4,231	0,725	0,2004	0,1300	0,1850	0,6970

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement en désaccord ; 5=fortement en accord)

## Attentes:

ATTENTE1	3,750	1,035	3,750	1,035								
ATTENTE2	4,233	0,817	3,750	1,035	4,556	0,726	4,308	0,630	0,1538	0,1140	0,2380	0,3570
ATTENTE3	3,967	1,033	3,625	1,188	4,111	1,269	4,077	0,760	0,4988	0,3700	0,4560	0,5560
ATTENTE4	4,233	0,858	3,875	0,991	4,222	0,833	4,462	0,776	0,3231	0,5410	0,1850	0,5120
ATTENTE5	4,233	0,817	3,500	1,069	4,889	0,333	4,231	0,439	0,0013	0,0040	0,1400	0,0090
ATTENTE6	4,200	0,805	4,000	0,756	4,333	0,707	4,231	0,927	0,5944	0,4230	0,4560	0,9480
ATTENTE7	3,833	0,950	3,750	1,035	4,333	0,707	3,538	0,967	0,1498	0,2770	0,6450	0,0710
ATTENTE8	3,617	0,944	3,750	1,035	3,778	0,833	3,423	0,997	0,7082	0,9630	0,5470	0,5120
ATTENTE9	3,600	1,037	3,000	1,069	3,778	1,093	3,846	0,899	0,1629	0,1670	0,0760	0,8960

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

## Craintes:

CRAINTE1	2,448	1,325	3,125	1,126	2,889	1,616	1,667	0,778	0,0246	0,7430	0,0070	0,0950
CRAINTE2	2,600	1,354	3,500	1,069	2,222	1,481	2,308	1,251	0,0752	0,0740	0,0450	0,7440
CRAINTE3	2,533	1,252	3,375	1,061	2,111	1,364	2,308	1,109	0,0596	0,0460	0,0450	0,5560
CRAINTE4	2,500	1,358	3,500	0,926	2,333	1,581	2,000	1,155	0,0327	0,1140	0,0060	0,8450
CRAINTE5	2,600	1,329	2,875	1,246	2,556	1,509	2,462	1,330	0,7100	0,5410	0,5000	0,8960
CRAINTE6	2,400	1,163	2,875	1,246	1,889	1,054	2,462	1,127	0,2127	0,1140	0,5000	0,2620
CRAINTE7	2,517	1,184	2,750	0,886	3,111	1,537	1,917	0,793	0,0799	0,6060	0,0820	0,0690
CRAINTE8	2,207	1,146	2,375	0,744	1,889	1,054	2,333	1,435	0,5348	0,2360	0,7340	0,6020
CRAINTE9	1,690	1,168	2,125	1,246	1,667	1,414	1,417	0,900	0,3877	0,4230	0,2700	0,9720
CRAINTE10	1,966	1,149	2,500	1,069	2,222	1,481	1,417	0,669	0,0812	0,5410	0,0310	0,2470

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

## Force Freinante

FORCE1	4,379	0,820	3,875	1,126	4,556	0,527	4,583	0,669	0,2427	0,2360	0,1810	0,8080
FORCE2	4,033	1,098	3,750	1,035	4,111	1,269	4,154	1,068	0,4982	0,3700	0,3360	1,0000
FORCE3	4,267	0,785	3,875	0,991	4,222	0,667	4,538	0,660	0,1890	0,5410	0,1210	0,2920
FORCE4	3,250	1,076	3,500	0,756	2,750	1,282	3,417	1,084	0,3036	0,1610	0,9100	0,2380
FORCE5	3,667	0,877	3,750	0,707	3,875	0,835	3,455	1,036	0,6078	0,7980	0,5450	0,3950
FORCE6	3,867	0,915	3,750	1,035			4,000	0,816			0,6940	
FORCE7	4,167	0,857	4,000	1,000			4,273	0,786			0,6590	
FORCE8	4,053	0,705	3,625	0,744			4,364	0,505			0,0410	
FORCE9	3,577	0,809	3,125	0,354	3,444	0,726	4,111	0,928	0,0431	0,4810	0,0360	0,1610
FORCE10	3,833	0,866	3,875	0,835	4,000	0,866	3,650	0,944	0,7298	0,8150	0,6960	0,4970
FORCE11	4,000	0,845	3,714	1,254	4,111	0,333	4,077	0,862	0,8991	0,7580	0,6990	1,0000
FORCE12	4,000	1,069	3,875	0,991	4,222	1,093	3,917	1,165	0,6569	0,4230	0,8510	0,5540

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

## Méthode:

METHODE1	3,500	1,103	3,143	1,215	3,333	1,506	3,818	0,751	0,3501	0,6280	0,1510	0,7330
METHODE2	3,692	0,970	3,571	0,976	3,286	1,380	4,000	0,603	0,4242	0,8050	0,3840	0,3400
METHODE3	3,615	0,983	3,500	0,535	3,286	1,380	3,909	0,944	0,4123	1,0000	0,2720	0,3750
METHODE4	4,000	1,018	4,125	0,641	3,625	1,302	4,167	1,030	0,5486	0,5050	0,6780	0,3430
METHODE5	3,960	0,889	3,714	0,951	3,875	0,835	4,200	0,919	0,5446	0,8670	0,3640	0,4600
METHODE6	2,545	1,101	2,167	1,169	2,167	0,753	3,000	1,155	0,2182	0,9370	0,2200	0,1470
METHODE7	3,481	0,893	3,286	0,488	3,000	1,069	3,917	0,793	0,0422	0,7790	0,0560	0,0570
METHODE8	3,259	1,130	2,500	1,069	3,000	1,155	3,917	0,793	0,0136	0,6130	0,0040	0,0830
METHODE9	3,741	1,023	3,143	1,215	3,750	1,035	4,083	0,793	0,1902	0,3360	0,0830	0,5210

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

Seuil p < 0,20 pour le test de Kruskal-Wallis et items correspondants  
Seuil p < 0,10 pour le test de Mann-Whitney

## ANNEXE J. Résultat du test de Kendall

TOUS N <sub>total</sub> =30 Moyenne Rang			CONST N <sub>1</sub> =8 Moyenne Rang		SSE N <sub>2</sub> =9 Moyenne Rang		VPO N <sub>3</sub> =13 Moyenne Rang		KENDALL p_value
--	--	--	--	--	--	--	---	--	--------------------

### Attentes:

ATTENTE1	3,750	7	3,750						W 0,566 N 3 chi-squared 11,886 ddl 7 p 0,070
ATTENTE2	4,233	1	3,750	3	4,556	2	4,308	2	
ATTENTE3	3,967	5	3,625	7	4,111	6	4,077	5	
ATTENTE4	4,233	1	3,875	2	4,222	5	4,462	1	
ATTENTE5	4,233	1	3,500	8	4,889	1	4,231	3	
ATTENTE6	4,200	4	4,000	1	4,333	3	4,231	3	
ATTENTE7	3,833	6	3,750	3	4,333	3	3,538	7	
ATTENTE8	3,617	8	3,750	3	3,778	7	3,423	8	
ATTENTE9	3,600	9	3,000	9	3,778	7	3,846	6	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une attente ; 5=fortement une attente)

	Groupe des 3 plus fortes attentes
	Groupe des 3 plus faibles attentes

### Craintes:

CRAINTE1	2,448	6	3,125	4	2,889	2	1,667	8	W 0,455 N 3 chi-squared 12,283 ddl 9 p 0,198
CRAINTE2	2,600	1	3,500	1	2,222	5	2,308	4	
CRAINTE3	2,533	3	3,375	3	2,111	7	2,308	4	
CRAINTE4	2,500	5	3,500	1	2,333	4	2,000	6	
CRAINTE5	2,600	1	2,875	5	2,556	3	2,462	1	
CRAINTE6	2,400	7	2,875	5	1,889	8	2,462	1	
CRAINTE7	2,517	4	2,750	7	3,111	1	1,917	7	
CRAINTE8	2,207	8	2,375	9	1,889	8	2,333	3	
CRAINTE9	1,690	10	2,125	10	1,667	10	1,417	9	
CRAINTE10	1,966	9	2,500	8	2,222	5	1,417	9	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement une crainte ; 5=fortement une crainte)

### Force Freinante/Facilitante:

FORCE1	4,379	1 (1)	3,875	2 (1)	4,556	1 (1)	4,583	1 (1)	<b>Avec Force 6, 7 et 8</b> W 0,630 N 2 chi-squared 13,854 ddl 11 p 0,206
FORCE2	4,033	5 (3)	3,750	6 (5)	4,111	4 (4)	4,154	5 (3)	
FORCE3	4,267	2 (2)	3,875	2 (1)	4,222	2 (2)	4,538	2 (2)	
FORCE4	3,250	12 (9)	3,500	11 (8)	2,750	9 (9)	3,417	12 (9)	
FORCE5	3,667	10 (7)	3,750	6 (5)	3,875	7 (7)	3,455	11 (8)	
FORCE6	3,867	8	3,750	6		10	4,000	8	
FORCE7	4,167	3	4,000	1		11	4,273	4	<b>Sans Force 6, 7 et 8</b> W 0,738 N 3 chi-squared 17,706 ddl 8 p 0,003
FORCE8	4,053	4	3,625	10		12	4,364	3	
FORCE9	3,577	11 (8)	3,125	12 (9)	3,444	8 (8)	4,111	6 (4)	
FORCE10	3,833	9 (6)	3,875	2 (1)	4,000	6 (6)	3,650	10 (7)	
FORCE11	4,000	6 (4)	3,714	9 (7)	4,111	4 (4)	4,077	7 (5)	
FORCE12	4,000	6 (4)	3,875	2 (1)	4,222	2 (2)	3,917	9 (6)	

\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=fortement freinante ; 3=neutre ; 5=fortement facilitante)

### Méthode:

METHODE1	3,500	6	3,143	6	3,333	4	3,818	8	W 0,794 N 3 chi-squared 19,056 ddl 8 p 0,000
METHODE2	3,692	4	3,571	3	3,286	5	4,000	4	
METHODE3	3,615	5	3,500	4	3,286	5	3,909	7	
METHODE4	4,000	1	4,125	1	3,625	3	4,167	2	
METHODE5	3,960	2	3,714	2	3,875	1	4,200	1	
METHODE6	2,545	9	2,167	9	2,167	9	3,000	9	
METHODE7	3,481	7	3,286	5	3,000	7	3,917	5	
METHODE8	3,259	8	2,500	8	3,000	7	3,917	5	
METHODE9	3,741	3	3,143	6	3,750	2	4,083	3	

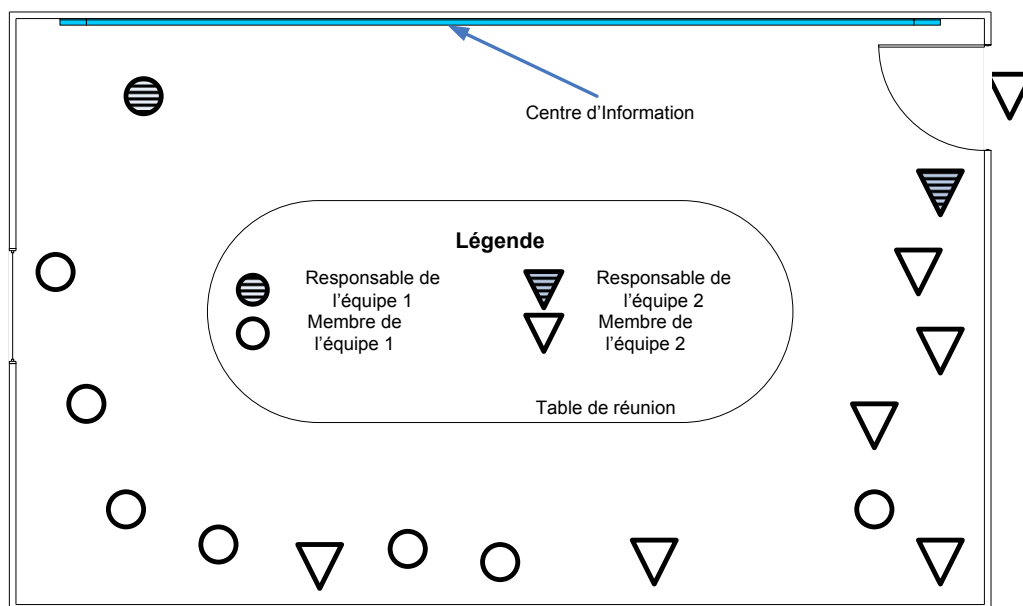
\* mesurée en cinq points d'ancrage (1=faiblement en accord ; 5=fortement en accord)

	Groupe des 3 plus fortes attentes
	Groupe des 3 plus faibles attentes

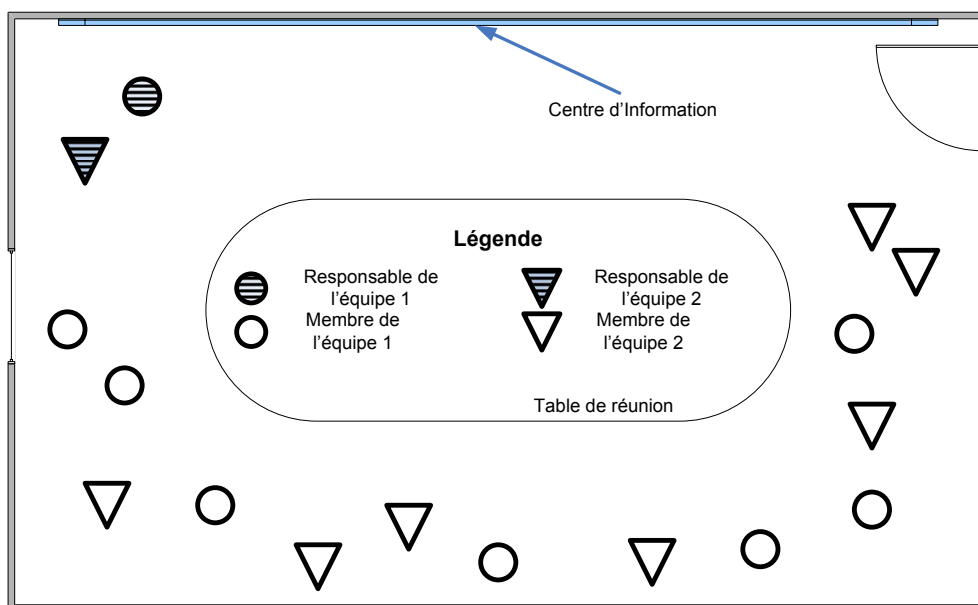
## ANNEXE K. Interaction des parties prenantes

Placement instinctif des personnes lors des premières utilisations du Centre d'Information de transfert des lots de réception mécanique entre les équipes Construction et VPO :

**Schéma 1, lors des premières rencontres :**



**Schéma 2, rencontre après deux à trois mois de maturation du CI :**



Interprétation de l'annexe page suivante.

## Interprétation de l'ANNEXE K

Les deux schémas représentent la tenue de rencontres devant le Centre d'Information de Transfert des lots de réception mécanique entre les équipes de Construction et VPO<sup>57</sup>. Sur ces deux schémas, on peut observer le positionnement instinctif choisi par les utilisateurs des deux équipes Construction et VPO. Le premier schéma représente les rencontres au début de l'utilisation du CI. Le second représente les rencontres après une phase de maturation de 2 à 3 mois.

### **Schéma 1, lors des premières rencontres :**

On observe sur ce schéma une opposition entre les deux équipes, opposition amplifiée par la position des chefs d'équipe en strict face à face. Ce positionnement dénote une attitude de protection par rapport à l'autre groupe et un besoin de support de son groupe. Il est possible d'observer des personnes cherchant à s'isoler et à se protéger en restant en dehors de la salle ou dans des coins.

Dans cette situation, l'animateur de la rencontre se trouve « au centre de l'arène ».

### **Schéma 2, rencontre après deux à trois mois d'utilisation du CI :**

Après une phase de maturation, les deux équipes vont baisser leur crainte par rapport à ce nouvel outil de travail et sont désormais instinctivement mélangées dans la salle et rapprochées à l'intérieur du CI. L'élément d'évolution le plus frappant est le déplacement du chef de la seconde équipe qui se place derrière l'animateur de la rencontre dans une position de soutien à celui-ci et non plus d'opposition.

---

<sup>57</sup>Voir 2.3.3 - Plan d'action page 62



# ANNEXE L. Processus de mise en place des centres d'information

	Centre d'Information SSE	Centre d'Information transferts Construction-VPO	Centre d'Information VPO	Centre d'Information Niveau 0
<b>Date de Préparation</b>	2011	Février/Mars 2012	Février/Mars 2012	Fin Avril/Mai 2012
<b>Date de 1<sup>re</sup> utilisation</b>	Fin 2011	27 Mars 2011	7 Avril 2012	25 Mai 2012
<b>Mode de Préparation</b>	-Autonome par l'équipe sans aide d'une ressource dédié. -Utilisation de la documentation et standards RTA -Visite de Centre d'Information présent dans les installations industriels	-Formation superficielle des utilisateurs -Construction du Centre d'Information sur 4 séances d'une heure avec l'équipe entière -Recours à une analyse FIPEC (client/fournisseur)	-Formation superficielle des utilisateurs -Participation de plusieurs personnes ayant travaillé sur le CI de Transfert -Une séance de travail avec analyse FIPEC pour la création des ICP -Grande part de travail autonomie	-Formation des participants clés -1 séance de 4h pour analyser le besoin et choisir les indicateurs, séance réalisée en groupe réduit avec les 5 membres clés -2 séances de validation et alignement avec les autres utilisateurs
<b>Éléments particuliers</b>	Présence du personnel de maître d'œuvre et de la firme d'ingénierie			
	-Pas de facilitateur Lean lors du déploiement -1 seule personne ayant une réelle expérience de l'outil -1 <sup>er</sup> Centre d'Information du Projet avec standard	-2 équipes différentes (Construction et VPO) -Travail sur un processus encore non figé -Peux de donnée disponible -Réunion de 2 secteurs de travaux différents -Aucune personne n'ayant d'expérience de l'outil	-Plusieurs utilisateurs non-formés	-Rencontre de très haut niveau -Dernier Centre d'Information mis en place -Présence d'une ressource très expérimenté
<b>Animation</b>	Tournantes	Assuré par le Responsable VPO (SLH)	Assuré par le Responsable VPO (SLH)	Assuré par le directeur du Projet (RTA)

## **ANNEXE M. Liste des ICP développés au projet ap60**

### **Centre d'Info N0 :**

- Suivi des heures supplémentaires (pour éviter les excès qui peuvent constituer un risque SSE)
- % d'accomplissement du transfert de document
- Réalisation des Réception mécanique (transfert de construction à VPO)
- Réalisation des Hand Over Package (HOP) (transfert de VPO à Opération)
- Fermeture des contrats et ordre d'achat
- Suivi des activités N3 opération
- Suivi des activités N4 opération

### **Centre d'Info SSE :**

- Suivi des plaintes voisin
- Inspection hebdo (taux de conformité)
- Inspection hebdo (indice de sévérité)
- Suivi du rapport NB quasi pour 1000h travailleur
- Météo sociale des entrepreneurs
- Vérification des formations
- Qualité des eaux de drainage
- Conformité du site d'entreposage
- Actions correctives
- Suivi des Quasi relatif aux risques critiques

**Centre d'Info VPO**

- Progrès des préparations VPO :
  - Secteur Automatisation
  - Secteur Électrolyse
  - Secteur HV/MV (Haute tension/Moyenne Tension)
  - Secteur Carbone
- Avancement du traitement des listes de pièce de rechange
- Avancement de l'exécution des activités VPO
  - Secteur Automatisation
  - Secteur Électrolyse
  - Secteur HV/MV
  - Secteur Carbone
- Suivi de la réalisation des interactions SSE par l'équipe

**ANNEXE N. Visuel du centre d'information SSE**

## ANNEXE O. Visuel du Centre d'Information transfert Construction-VPO



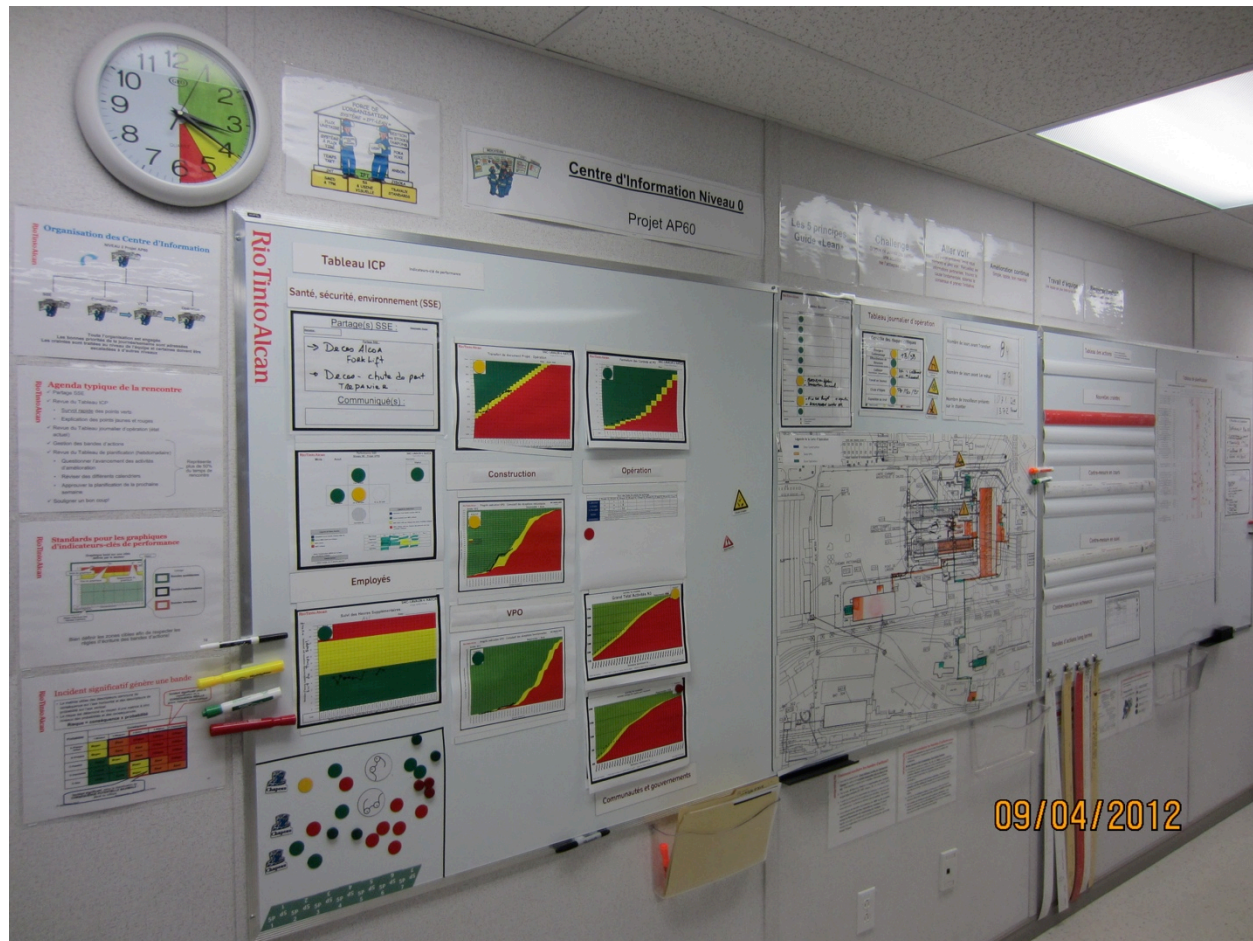


## ANNEXE P. Visuel du Centre d'Information VPO





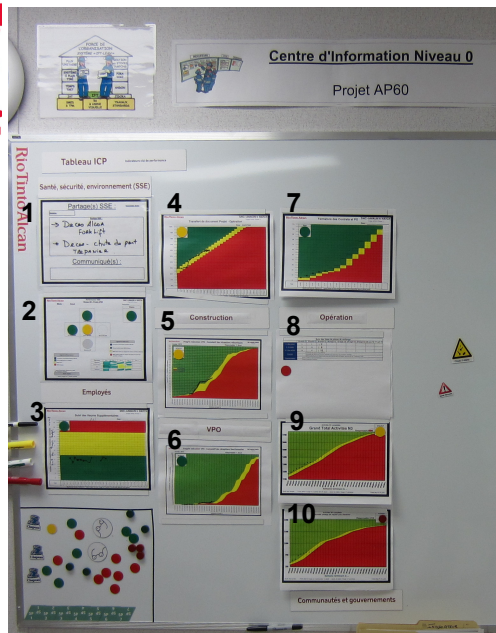
## ANNEXE Q. Visuel du Centre d'Information niveau 0



## ANNEXE R. Liste des ICP utilisés dans le CI niveau 0

RioTinto Alcan

### KPI Section



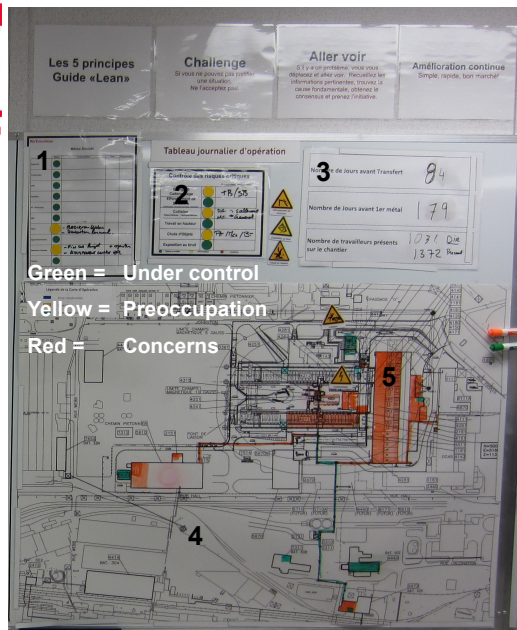
#### KPI :

1. Safety share
2. HSE weekly cross
3. Additional hours
4. Document transfer (between Project and Operation)
5. Mechanical completion
6. Hand over package
7. Contract close-out
8. Spare part
9. Monitoring N3 activities from Operation ORP
10. Monitoring N4 activities from Operation ORP

2

RioTinto Alcan

### Opération Section



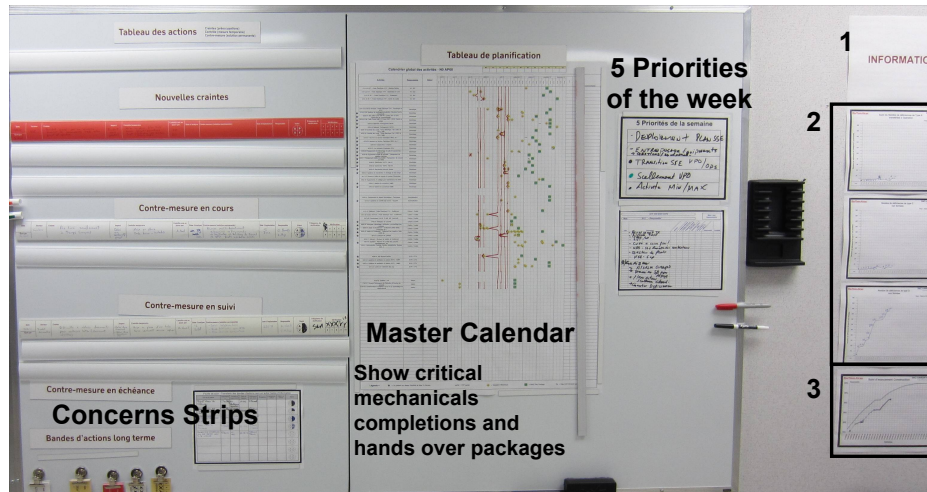
#### KPI :

1. Stakeholders social weather (Feeling about the group, activities and challenges)
2. Critical risks management (Feeling about control of critical risks)
3. Site information (how many days before transfer and before first metal, how many workers on site)
4. Site map
5. Orange = POV area  
Green = Operation area

3



## Concerns Section and Planification Section

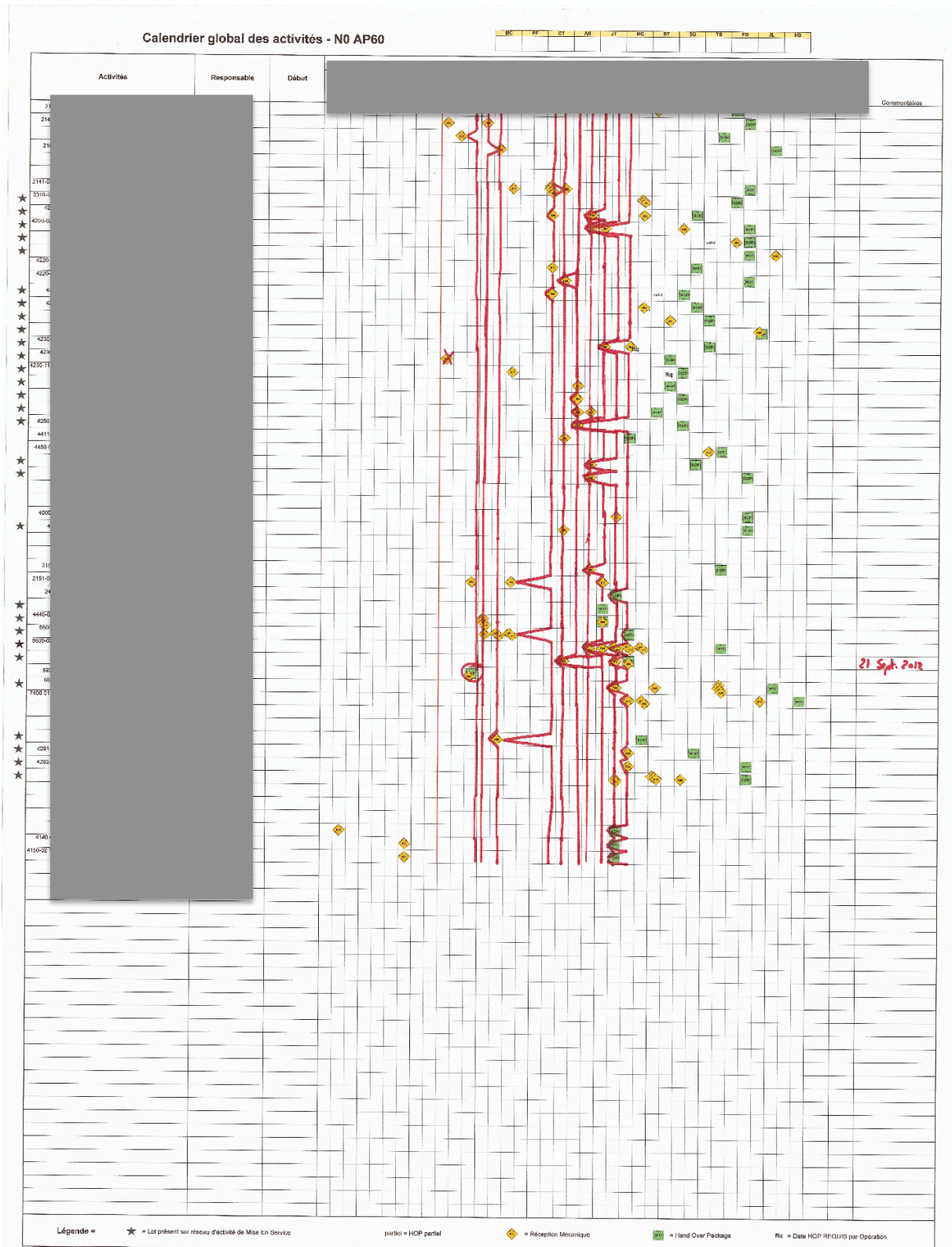


1. Information section (indicators without colors area)
2. Deficiencies monitoring (different kind of deficiencies)
3. Global construction progress

# ANNEXE S. FIPEC de construction DU CI VPO

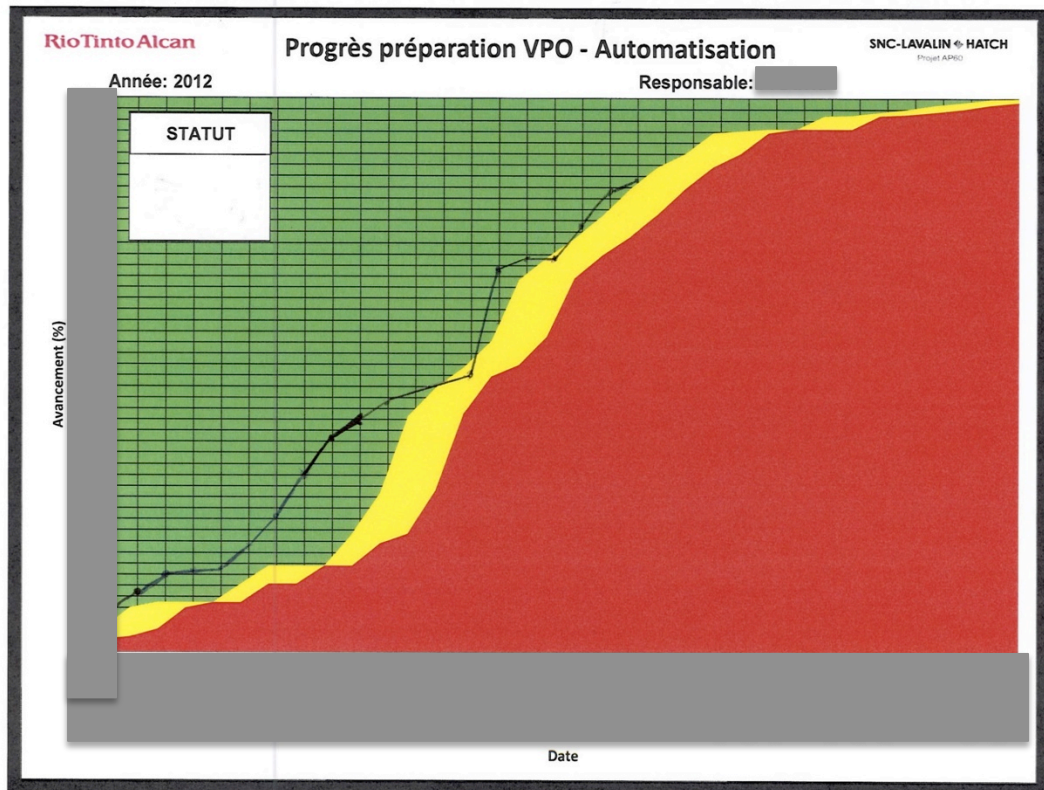
FIPEC			
Titre du projet:		Projet No:	
Propriétaire:		CV/CN	
Processus: 1 ELABORATION DU PLAN D'ACTION DES VPO.			
8 Fournisseurs	6 Description du processus	4 Clients	
ORGA DU PROJET: - JUGE - PLANIF - CONSTRUCTION - OPERATION GOUV	REDACTION ↓ COORDINATION ↓ CORRECTION ↓ APPROBATION ↓ EMISSION ↓ DIFFUSION	VPO DIRECTION DU PROJET CONSTRUCTION TRA OPERATION (TIES)	
7 Intrants		5 Exigences critiques: Client & Entreprise	
Base de projet (adaptative/interactif) des autres RU Documents de projet Cadré / RPA Logiciels des parties intéressées RH RH RH		SECURITE CLARITE TRANSPARENCE EN TEMPS	
		3 Extrants	
		PLAN VPO BUDGETS OUTILS FORMATIONS	
Processus débute par:		2 Processus termine avec	
DEFINITION DES ACTIVITES AFFECTATION PLANIFICATION PRIORISATION		EMISSION DU PLAN D'ACTION DES VPO FINALISATION DES SYSTEMES DE GESTION ETRETE TOUS LES DOCUMENTS DOCUMENTAIRE POUR LA GESTION VPO	
Page		Revision	

## ANNEXE T. Calendrier maître utilisé sur le Centre d'Information N0



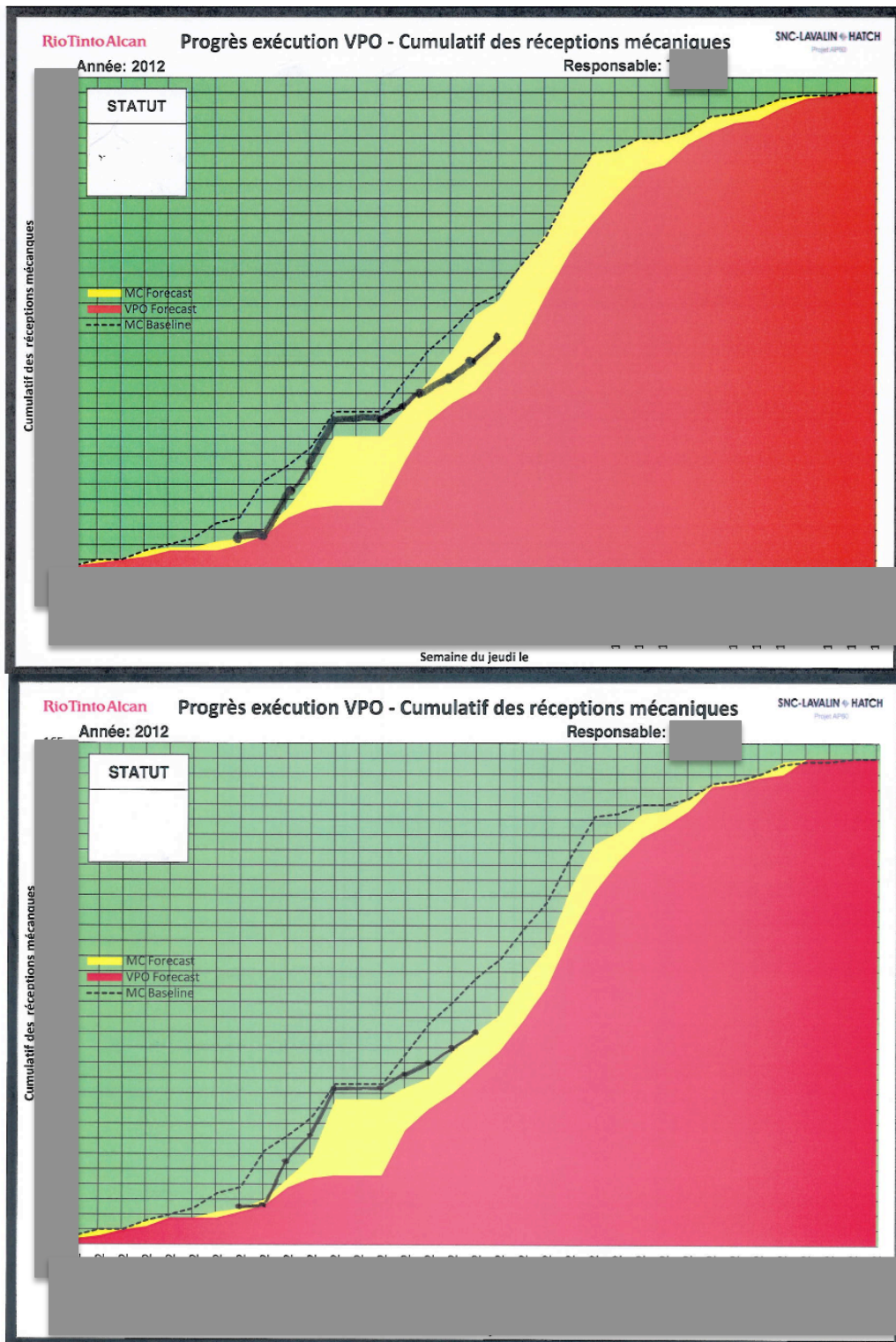


## ANNEXE U. Exemple d'ICP cumulatif



Le graphique visible ci-dessus représente l'ICP du progrès des activités de VPO pour le secteur Automatisation. Pour cet ICP, le processus suivi comprend un nombre d'activités défini. Le choix est fait d'utiliser un ICP de type cumulatif qui permet d'observer, dans ce cas, la totalité de travail effectué et la planification des travaux choisie.

## ANNEXE V. Évolution de l'ICP : suivi du transfert des RM



Interprétation de l'annexe page suivante.

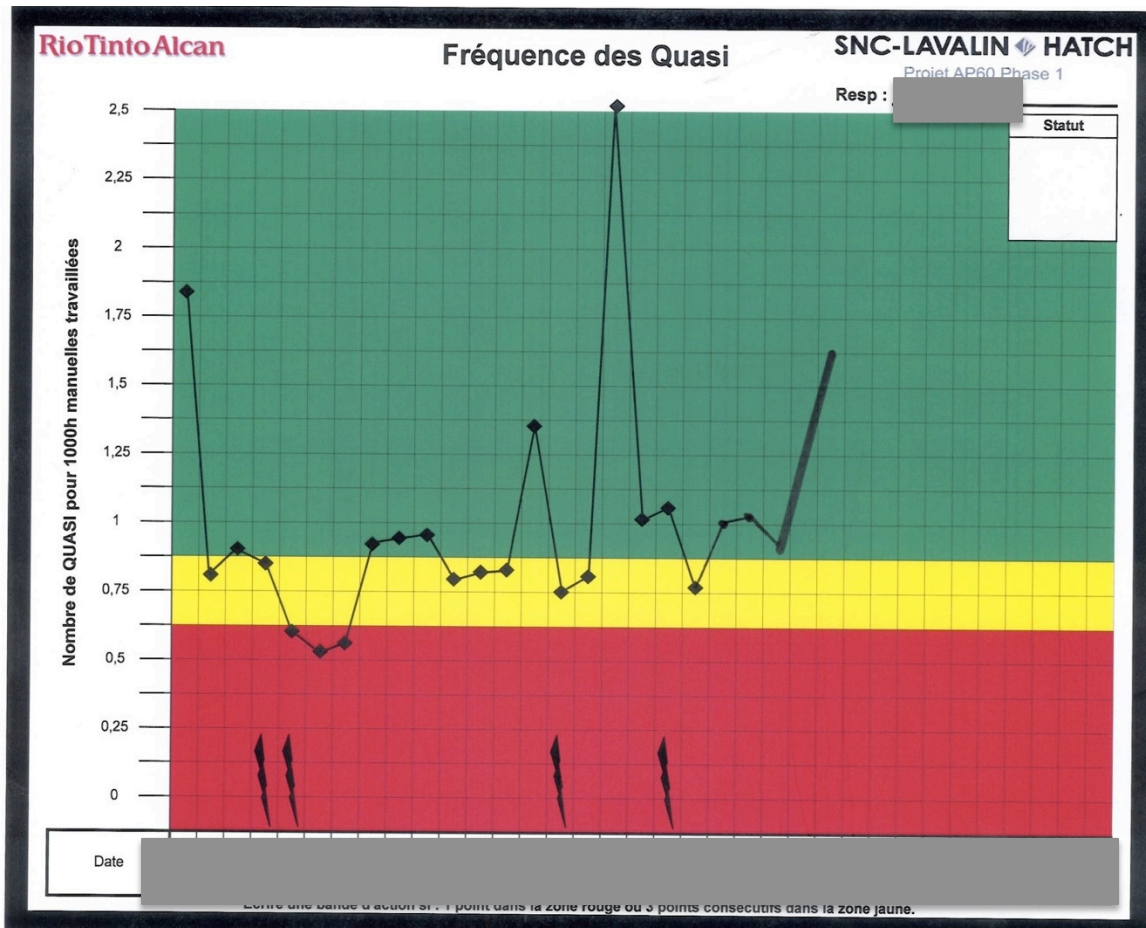
## Interprétation de l'ANNEXE V

Les deux représentations graphiques d'ICP visibles en annexe expriment le nombre de lots à transférer entre les équipes de Construction et VPO. La ligne pointillée donne la planification originale, la limite vert/jaune indique la re-planification et la limite jaune/rouge traduit un impact assuré sur l'échéancier du projet.

Les deux représentations graphiques montrent l'indicateur original utilisé et sa mise à jour quelques mois plus tard. On remarque que la ligne pointillée et la limite jaune/rouge ne varient pas mais que la « zone tampon » jaune se réduit au fur et à mesure des re-planifications.

Le suivi de l'indicateur devient plus complexe et apporte un risque de différence d'interprétation entre des différents utilisateurs. Un second risque se trouve dans une trop fréquente re-planification et dans le risque de voir cette action devenir la principale réponse à un retard indiqué par un ICP.

## ANNEXE W. Exemple d'ICP proactif et relatif utilisé dans le CI SSE



### Indicateur Proactif

L'ICP ci-dessus représente le nombre de quasi accidents déclarés pour 1000h de travail (maître d'œuvre et firme d'ingénierie exclus). Les éclairs représentent les accidents consignables survenus au Projet AP60.

L'utilisation de cet ICP se base sur la constatation qu'un faible nombre de quasi accidents rapporté est un signe de relâchement de l'attention en SSE et peut conduire à un incident.

L'objectif de cet ICP est de pouvoir prendre action avant qu'un problème n'ait lieu en se basant sur un suivi des signes précurseurs. Une baisse significative de la fréquence de déclaration des quasis accidents va entraîner la mise en œuvre d'actions spécifiques.

**Indicateur Relatif**

L'ICP représenté par le graphique ci-dessus est un ICP relatif. Celui-ci, dans sa représentation, met en évidence une fréquence.

Cet indicateur se concentre sur les résultats présents pour les comparer aux résultats passés. Il n'y a pas de recherche d'analyse d'un résultat cumulatif global pour le processus.

Dans cet indicateur, il s'agit de mettre en évidence une tendance dans le temps pour s'assurer du bon fonctionnement du processus.



## ANNEXE X. Modèle de conduite d'un atelier d'amélioration des procédés

Rio Tinto Alcan

### Workshop organization

#### Attendees :

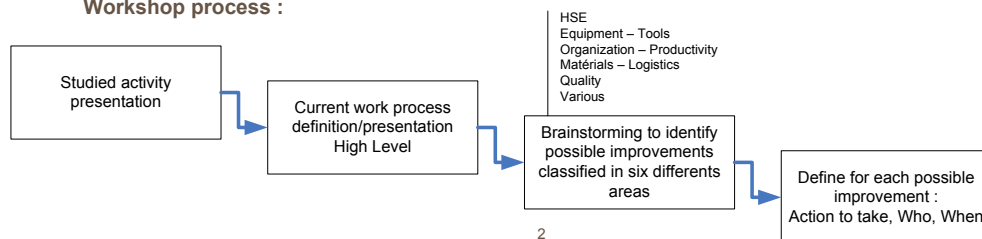
- RTA staff
- SLH staff
- Contractor involved staff

#### Workshops Subjects :

- Lining
- Positive riser implementation
- Welding of negative flex on the cathodes
- Stuffing box installation

Duration : 1 hour

#### Workshop process :



2

Rio Tinto Alcan

### Brainstorming results : Positive riser example

#### Atelier VI Montées Positives

##### Description de l'activité :



SSE	Organisation/Productivité	Qualité
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration des accès aux cosses</li> <li>• Ajout de plateformes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage de la zone de travail</li> <li>• Équilibrage mieux adapté</li> <li>• Nettoyage des cadres anodiques</li> <li>• Ne pas retarder l'installation et mise en place des montées positives</li> <li>• Analyse statistique des tendances</li> <li>• Souder sans la cale de 15mm</li> <li>• Éviter la manipulation du cadre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préciser la cible qualité – Autocontrôle par l'entrepreneur</li> <li>• Éviter les erreurs lors de l'installation pour éviter les reprises</li> </ul>
Équipement/Outillage	Matériaux Logistique	Divers
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanisation de la soudure</li> <li>• Outils de serrage automatisés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadre anodique : pré-marquage et mise en place d'outils d'ajustements des montées positives</li> <li>• Balancement approprié du support d'installation des montées positives</li> </ul>	

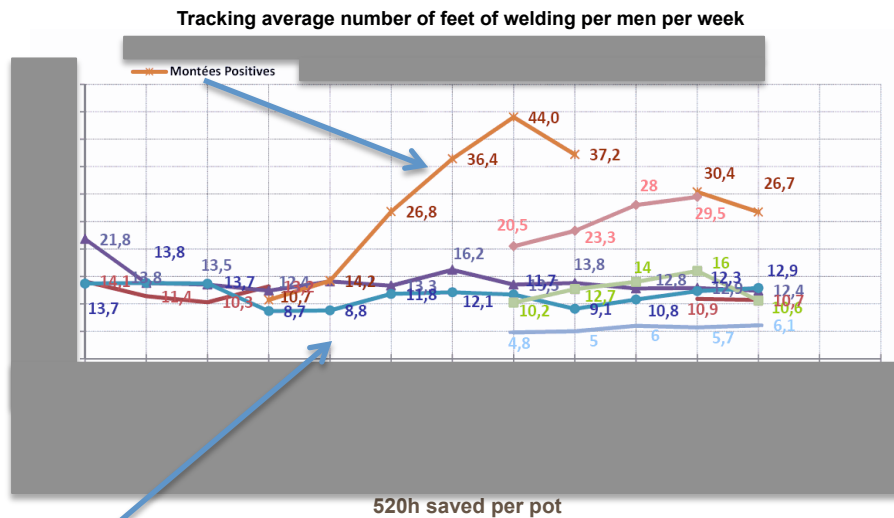
3

## Take actions : Positive riser example

Atelier VI					
Montées positives					
Type	Optimisation proposées	Actions à réaliser	Oui	Quand	Statut
SSE	Amélioration des accès aux cosse		GTG	21-mai	Complet
SSE	Ajout de plateformes		GTG/ USIFAB	21-mai	Complet
Équipement outillage	Mécanisation de la soudure	Efficacité	GTG		NA (trop cher)
Équipement outillage	Outils de serrage automatisée		GTG		NA (trop cher)
Organisation Productivité	Nettoyage de la zone de travail	Nettoyage après les travaux complétés	GTG	En continu	En continu
Organisation Productivité	Analyse statistique des tendances		GTG/SLH/ AP	voir graphe	En continu
Organisation Productivité	Équilibrage mieux adapté	Boîte de rangement des outils du palonnier (plus facile à installer - 25% d'économie de temps)	GTG /USIFAB	28-mai	Complet
Organisation Productivité	Nettoyage des cadres anodiques	gain en qualité + gain de temps	SLH CANMEC		NA
Organisation Productivité	Ne pas retarder l'installation et mise en place des montées positives	Marquer les cadres lors de la réception de la superstructure	GTG Arpenteur SLH	24-mai	En continu
Organisation Productivité	Augmenter la productivité	Souder sans la cale de 15mm	SLH/AP	Refusé par AP Tech	
Organisation Productivité	Éviter la manipulation du cadre - Difficulté d'installation des montées positives	Mise en place du cadre avant les travaux	SLH/AP	30-mai	Complet
Matériaux Logistique	Cadre anodique : pré-marquage et mise en place d'outils d'ajustements des montées positives	15% d'économie sur le temps d'installation	SLH CANMEC GTG		Complet
Matériaux Logistique	Balancement approprié du support d'installation des montées positives		GTG/ USIFAB	21-mai	Complet
Qualité	Préciser la cible qualité Autocontrôle par l'opérateur	Expliquer à l'aide d'affiches les points de contrôle qualité pour sensibiliser les travailleurs sur les points à contrôler	GTG/AP		Complet
Qualité	Éviter les erreurs lors de l'installation pour éviter les reprises	Définition précise des critères qualité du soudage Définition du protocole de contrôle qualité Étudier la documentation AP	GTG/SLH	23-mai	Complet

## Results : Positive riser example

- Cycle time reduction
- Reducing the number of hours worked per positive riser
- Quality optimization
- Better consideration HSE risks



## Impact on project

Projection savings for Phase 2 (Positive riser)

12 168 000\$ savings for positive riser welding

### Contractor

- Remove the pain
- Develop control over the process
- Become efficient

### SLH

- Keep control on construction
- Give contractor the possibility to be efficient
- Improve the process

### AP Technology

- Ensure compliance process

## ANNEXE Y. Exemple d'utilisation du «Last Planner» en 2011

### LAST PLANNER

Projet AP60 - Usine Pilote

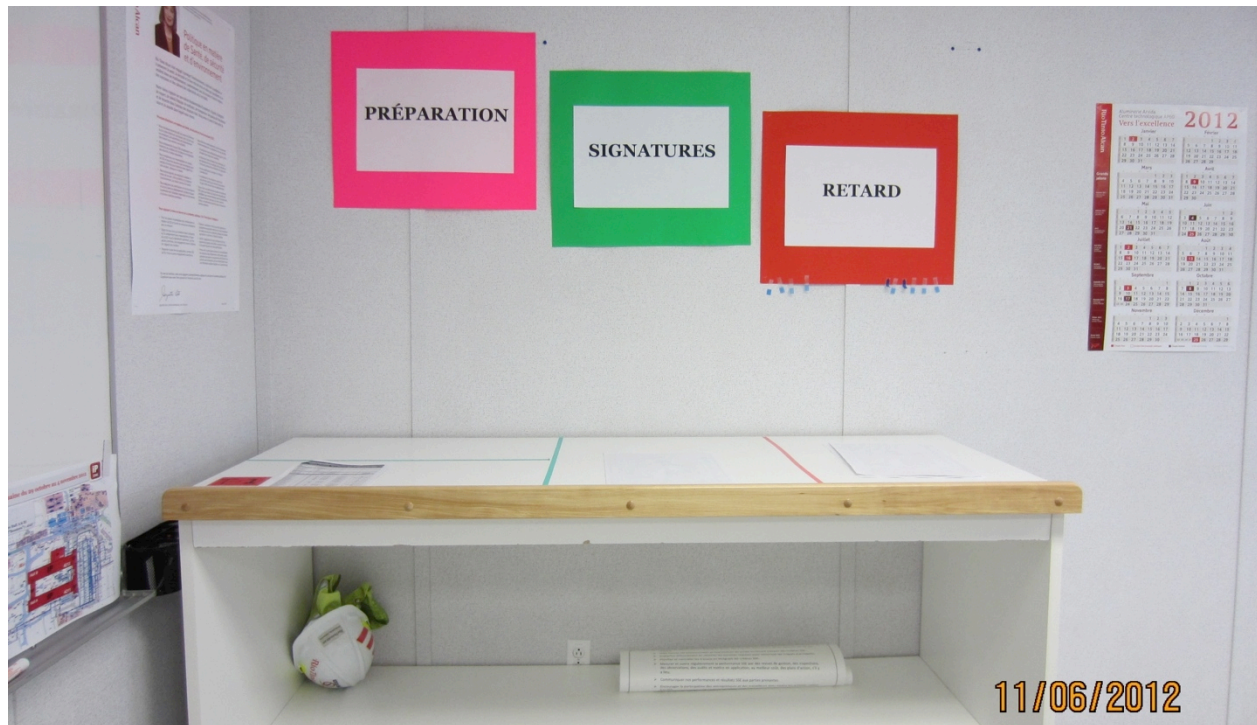
-Travaux de bétonnage des salles de cuves et bâtiments connexes

1 - Climatique  
2 - Coordination travaux  
3 - Problème technique  
4 - Qualité  
5 - Sur-planification  
6 - Ressources manquantes  
7 - Équipement manquant  
8 - Matériel manquant  
9 - Sous-planification

Jour:

Secteur	Items	Planifié	Réalisé	Raison	Commentaire
	<b>Fondation bâtiment &amp; conducteurs (C)</b>	4	2		
4211	F20-1	1	1		
4211	F23-1	1	0	2	
4212	F53-1	1	1		
4212	F54-1	1	0	2	
	<b>Pilier pour conducteurs (C)</b>	2	1		
4212	SU400A-09-7	1	1		
4212	SU400A-09-D-4	1	0	8	
	<b>Pilier pour bâtiment (C)</b>	3	3		
4215	C3-1	1	1		Coulé
4215	C3-2	1	1		Coulé
4215	C3-3	1	1		Coulé
	<b>Mur de fondation / soutènement (C)</b>	1	0		
2141	MUR DE FONDATION PARTIE EST	1	0	2	Attente plantage colonnes
	<b>Dalle sur pontage</b>	1	1		
4145	SCELLEMENT SUR PONTAGE	1	1		
	<b>Installation conduits FRE (C)</b>	3	0		
4211	CUVE 7	1	0	3	
4211	CUVE 6	1	0	3	
4211	CUVE 5	1	0	3	
	<b>Pilier pour bâtiment (A)</b>	1	1		
4450	C5-3	1	1		
	<b>Fondation bâtiment &amp; conducteurs (B)</b>	1	1		
4212	F17A-L-1	1	1		
	<b>Pilier pour conducteurs (B)</b>	5	4		
4212	SU400A-09-D-3	1	1		
4212	SU901T-21-5	1	1		
4212	SU903T-22-7	1	1		
4212	SU904T-23-3	1	1		
4212	SU905T-24-3	1	0	6	Attente armature

## ANNEXE Z. Gestion visuelle du processus de signature



La photo ci-dessus présente un exemple d'utilisation du principe de gestion visuelle. Dans le cas de cet exemple, les documents préparation sont positionnés sur la table de validation suivant trois catégories :

- En préparation : nécessitent seulement une consultation au besoin
- En signature : les responsables doivent venir valider et signer les documents se trouvant dans cette zone
- En retard : les documents se trouvant dans cette zone n'ont pas été validés dans les temps et sont donc en retard

L'objectif de cet outil est de permettre aux gestionnaires de visualiser immédiatement (en quelques secondes) l'état du processus d'acceptation des documents.

Ce procédé présente l'avantage de pouvoir être largement utilisé.